

REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO
PROVINCE DU LUALABA

KAMOA COPPER SA

Siège & social : 1148-6, avenue de la Libération, quartier Golf Les Battants, Commune et Ville de Lubumbashi, Province du Haut Katanga, République Démocratique du Congo



**ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL
ET PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET
SOCIALE (EIES/PGES) REVISES - CORRIGE
PROJET KAMOA-KAKULA
PE : 12873-13025-13026
TERRITOIRE DE MUTSHATSHA**



CEMIC SARL

REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO	
MINISTRE DES MINES	
Reçu le .	26/08/2020
Par	ATIN
N° d'entrée	document 511-513 INFO. COMPL.
Paraphé	[Signature]

Février 2020

KAMOA COPPER SA
Société anonyme avec conseil d'administration

TITRE I. DU RESPECT DE LA DIRECTIVE SUR L'EIES LORS DE L'ELABORATION DE L'ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL ET DU PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE

CHAPITRE UNIQUE. DE L'ELABORATION DE L'ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL ET DU PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE

I.1. De la prise de connaissance de la directive sur l'Etude d'Impact environnemental et social

Conformément aux termes de l'articles 463 du Décret n°18/024 du 08 juin 2018 modifiant et complétant le Décret n°038/2003 du 26 mars 2003 portant Règlement Minier, le titulaire d'un droit minier ou de carrières soumis à l'Etude d'Impact Environnemental et Social est tenu de réviser son Etude d'Impact Environnemental et Social et Plan de Gestion Environnementale et Sociale initialement approuvés et de les signer notamment lorsque des changements dans les activités minières ou de carrières justifient une modification de l'Etude d'Impact Environnemental et Social.

C'est pour pour cela, la société Kamoia Copper SA (KAMCO), promoteur de ce projet ainsi que le Bureau d'études agréé Congo Environment and Mining Consulting CEMIC Sarl chargé de la mise à jour de cette Etude d'Impact environnemental et Social ainsi que ce Plan de Gestion Environnementale et Sociale (EIES/PGES) confirment avoir pris connaissance de toutes les directives du Règlement Minier relatives à l'élaboration de l'EIES.

I.2. Du respect des conditions d'élaboration de l'Etude d'Impact Environnemental et Social du Plan de Gestion Environnementale et Sociale

Le consultant ci-haut cité à savoir CEMIC SARL a élaboré cette EIES&PGES (mise à jour) suivant les conditions de forme et de fond ainsi que selon les normes techniques et environnementales prescrites à l'annexe VIII du Décret précité ; comprenant l'évaluation des impacts environnementaux et le Plan de gestion Environnementale et Sociale.

I.3. Des étapes de l'élaboration de l'Etude d'Impact environnemental et Social

La mise à jour de cette EIES/PGES du Projet Kamoia - Kakula a donc suivi le canevas de la Directive sur l'élaboration de l'Etude d'Impact Environnemental et Social tel que repris à l'Annexe VIII précitée et comprend de ce fait, outre le premier tire très succinct sept autres titres, notamment :

- Présentation du projet d'exploitation ;
- Analyse du système environnemental affecté par le projet ;
- Analyse des impacts des opérations d'exploitation sur l'environnement ;
- Programme des mesures d'atténuation et de réhabilitation ;
- Budget détaillé et plan de financement du programme des mesures d'atténuation et de réhabilitation et de la sûreté financière de réhabilitation de l'environnement ;
- Consultation du public au cours de l'élaboration de l'EIES/PGES et du Plan de Développement Communautaire, et ;
- Certification de conformité.

TITRE II. DE LA PRESENTATION DU PROJET D'EXPLOITATION

CHAPITRE I. DES ELEMENTS D'IDENTIFICATION DU PROJET

Lors de l'élaboration d'une Etude d'Impact Environnemental et Social ainsi que d'un Plan de Gestion Environnementale et Sociale, le requérant est tenu de fournir tous les éléments relatifs à son identification.

I.1. De l'identification de l'entreprise chargée de l'exploitation des mines

Ivanhoe Mines Ltd (Ivanhoe) est une société d'exploration minière et de développement, dont les principales propriétés sont situées en Afrique. La stratégie d'Ivanhoe consiste à bâtir une société mondiale de produits miniers et d'exploration diversifiée. Ivanhoe s'est concentrée sur l'exploration au sein de la Copperbelt d'Afrique centrale et du complexe Bushveld.

Ivanhoe a actuellement trois atouts clés: (i) le projet Kamo-a-Kakula; II) le projet Platreef; et III) le projet Kipushi. En outre, Ivanhoe détient des intérêts dans les propriétés minérales potentielles en RDC et en Afrique du Sud, y compris un paquet terrestre de ~ 9 000 km² dans la zone de Copperbelt d'Afrique centrale avec des perspectives d'herbe prêtes à l'exercice.

La découverte originale du gisement de cuivre de Kamo-a a été faite par Ivanplats Limited, qui a par la suite changé de nom pour Ivanhoe Mines Ltd. en 2013. Aux fins du présent rapport, le nom «Ivanhoe» désigne indifféremment les sociétés qui ont succédé à Ivanhoe, Ivanplats Limited, Ivanhoe nickel et Platinum Ltd., ainsi que les filiales actuelles. Faire progresser les projets Kamo-a-Kakula et Platreef de la découverte à la production est un objectif clé à court terme.

Ivanhoe détient une participation de 49,5% dans Kamo-a Holding Limited (Kamo-a Holding), dont les 49,5% autres sont détenus par Zijin Mining et 1% la société privée Crystal River Global Limited.

Un intérêt non diluable de 5% dans Kamo-a Copper a été transféré au gouvernement de la RDC le 11 septembre 2012, sans contrepartie, conformément au code minier de la RDC. Le 11 novembre 2016, le ministre congolais des mines et ministre du portefeuille, Ivanhoe, et le groupe minier Zijin Co., Ltd., ont signé un accord qui transfère une participation additionnelle de 15% dans le projet Kamo-a-Kakula au gouvernement de la RDC, augmentant ainsi sa participation totale dans le Projet à 20%. À la suite de la transaction, Ivanhoe et Zijin détiennent chacune une participation indirecte de 39,6% dans le projet Kamo-a-Kakula, tandis que Crystal River Global Limited détient une participation indirecte de 0,8%, et le gouvernement de la RDC détient une participation directe de 20% dans le projet Kamo-a-Kakula.

Tableau 1: Détails sur l'identité du promoteur du Projet Kamoia - Kakula

Nom du promoteur	KAMOA COPPER SA en sigle KAMCO
Numéro d'enregistrement et Identification nationale	RCCM : 14-B-1683 ID.NAT : 6-118-N37233J NIF : A0901048A
Siège Social	1148-6, av. De la libération au quartier Golf les battants dans la c Commune/Ville de Lubumbashi, Province du Haut-Katanga, République Démocratique du Congo
Siège d'Exploitation	KAMOA ; Territoire de Mutshatsha ; Province de Lualaba/RDC
Propriétaires	<ul style="list-style-type: none">- Ivanhoe Mines Ltd : 39,6%- Zijin Co., Ltd : 39,6%- RDC : 20%- Crystal River Global Limited : 0,8%

I.2. De l'identification du requérant et du consultant chargé de la préparation de l'Etude d'Impact Environnemental et Social

CONGO ENVIRONMENT AND MINING CONSULTING, CEMIC SARL en sigle, est une société à responsabilité limitée constituée conformément à l'acte uniforme de l'OHADA. Elle a été créée le 10 Mai 2004 en République Démocratique du Congo.

CEMIC, SARL a obtenu son agrément au Ministère des mines sur avis favorable de la Direction de Protection de l'Environnement Minier du Ministère des Mines N° 04/DPEM/2005, du 05 Avril 2005.

CEMIC, SARL est un bureau d'études spécialisées dans le domaine environnemental pour l'élaboration et l'évaluation des plans Environnementaux des projets miniers, pétroliers, routiers, lignes haute tension, etc. Elle a su asseoir sa notoriété à travers l'élaboration des études suivantes :

- L'évaluation environnementale et l'audit environnemental ;
- L'évaluation et l'élaboration des Plans d'Atténuation et de Réhabilitation ;
- Les Plans d'Ajustement environnemental et Plans de Gestion Environnementale et Sociale ;
- Les Etudes d'Impact Environnemental et les études des risques naturels d'origine géologique (évaluation des aléas naturels, pollution des sites) ;

- L'Aménagement des sites (gestion de l'après mines, dépollution et études de réhabilitation des sites sinistrés) ainsi que dans le domaine géologique (Géologie du génie civil et géologie de l'ingénieur) ;
- Exploration minière et Elaboration des Etudes de faisabilité.

CEMIC SARL a tissé, en quatorze années d'existence, un réseau des relations de premier ordre en République Démocratique Du Congo, faisant de lui un partenaire incontournable grâce aux compétences des spécialistes qui sont des Experts et des Consultants congolais relevant des divers domaines en rapport avec la protection de l'environnement minier, pétroliers et autres ayant une longue expérience en la matière notamment dans les sciences environnementales et les autres sujets connexes, sciences de la terre et technologie.

Comme travaux réalisés, CEMIC SARL, a élaboré les plans environnementaux pour le compte des sociétés suivantes : LE GROUPE MANAGEM-ONA, COMPAGNIE MINIERE DU SUD-KATANGA, COMMUS, CONGO COBALT CORPORATION, MUKONDO MINING, BANRO CORPORATION, COMISA, SMK ANVIL MINING, GREENDALE INVESTMENT HOLDING, GECAMINES, LAMIKAL, AMCK Mining, MIKAS, SEK, SMK, SODIMIKA, FRONTIER SA, DEZITA, SOMIKA, COMIDE, BOSS MINING, METALKOL, MMCS, MANOMIN Sarl, KAMOA COPPER SA, AVZ MINERALS CONGO, DATHCOM, FTL, ORICA, LUANO CITY, UNIVERSITE NOUVEAUX HORIZON etc.

Le tableau n°2 Ci-dessous donne les détails sur le bureau d'étude.

Tableau 2: Détails sur l'identité du Bureau d'Etudes Environnementales

Siège Social	Anciennes Galeries Présidentielles, 5 ^{ème} niveau, local B1 Ville de Kinshasa.
Siège d'Exploitation	N°82, Route Kinsevere, Commune Annexe, (20 ^{ème} poteau sur la route Kinsevere), Commune annexe /ville de Lubumbashi, Province du Haut-Katanga.
RCCM, ID. NAT. ET NIF	<ul style="list-style-type: none">- RCCM : 14 - B - 4823- ID.NAT : 01 – 83 – N44906G- NIF : AO703444C
Site internet	WWW.CEMIC-RDC.COM
Contact	+243 99 82 08 024 bertin.k@cemic-rdc.com

I.3. De l'identification des Droits d'exploitation demandé

La société KAMCO détient le droit exclusif des activités minières dans la zone du projet à travers son droit minier permis d'exploitation couvert par les PE 12873, 13025 et 13026, valide jusqu'en date du 19/08/2042 et couvrant une superficie de 397,4 km². Ce permis est renouvelable selon les modalités fixées par la législation congolaise en vigueur en RDC.

Tel que souligné à l'entame de cette Etude d'Impact Environnemental et Social, la Société KAMCO sollicite donc une révision conformément aux dispositions de l'article 463 du Règlement Minier ; spécialement en son alinéa 1^{er} litéra 3.

I.4. De l'intitulé du Projet

Le projet est dénommé « **Projet KAMOA-KAKULA** ».

I.5. De l'emplacement des travaux d'exploitation

Le Projet de Kamoia - Kakula est situé dans la Province du Lualaba, Territoire de Mutshatsha, Secteurs de Luilu et de Lufupa, respectivement dans les Groupements Mwilu et Musokantanda, et sur les zones sous l'autorité traditionnelle respective des Chefs de Terre Mpala et Muvunda, au Sud-Est de la RDC.

La mine de Kansoko est située dans le périmètre du Permis d'Exploitation n° 13026 alors que la mine de Kakula est située dans le périmètre du Permis d'Exploitation n° 13025 avec une zone qui s'étend également dans le périmètre du Permis d'Exploitation n° 12873.

Les infrastructures des deux mines seront situées autant dans les périmètres des trois Permis d'Exploitation n° 12873, 13025 et 13026 qu'en dehors, comme il en est le cas d'une partie de la route aéroport de Kolwezi – site du Projet KAMCO.

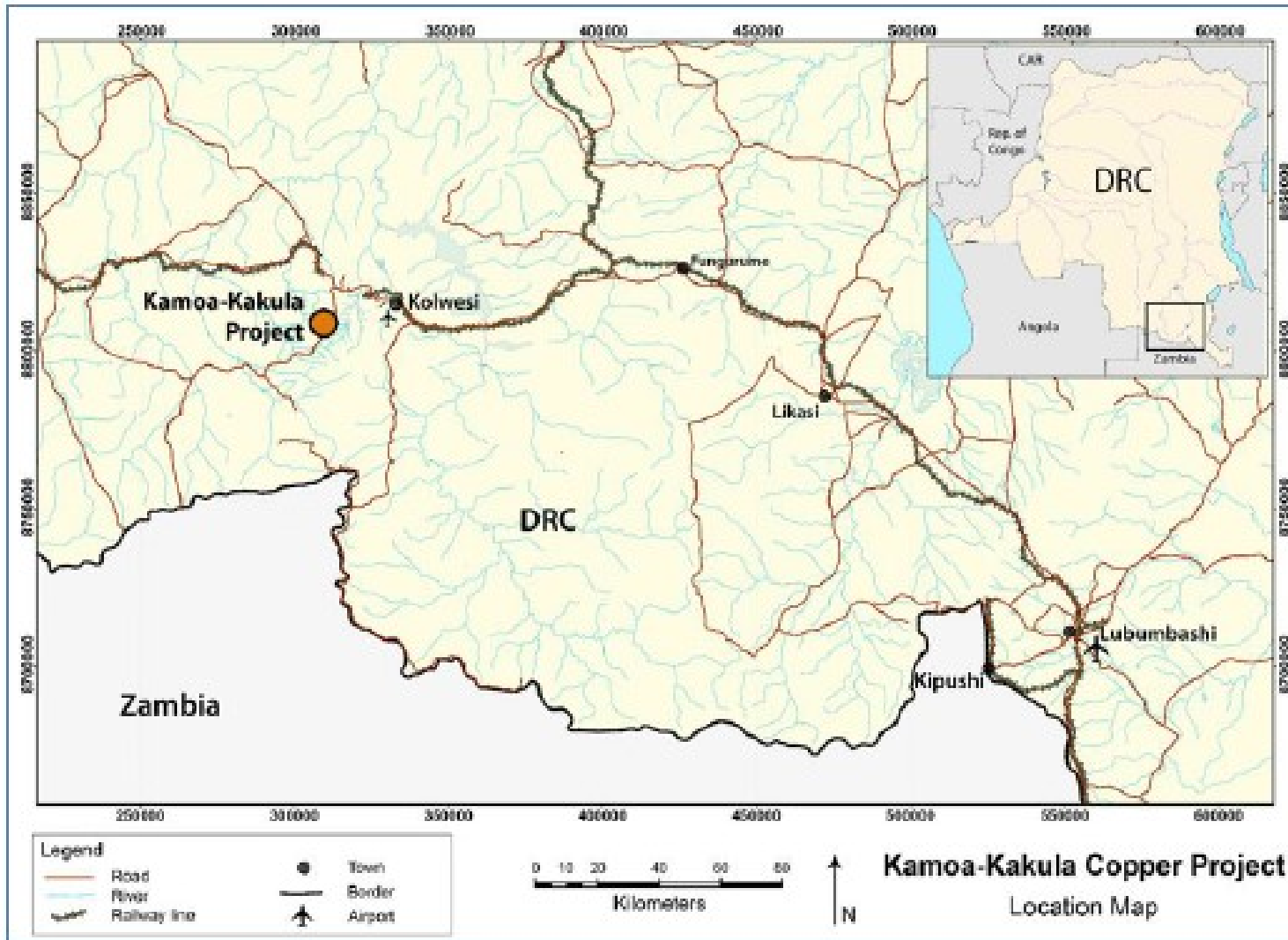


Figure 1: La localisation du Projet Kamo – Kakula

I.6. Des droits fonciers et droits de mines ou de carrières compris dans le périmètre

KAMCO détient les droits associés aux Permis d'Exploitation 12873, 13025 et 13026. Conformément à l'article 64 du Code minier de la RDC, le permis d'exploitation cités ci-haut confère à la Société KAMCO sans limitation les droits de :

- Entrer dans le périmètre d'exploitation pour procéder aux opérations minières ;
- Construire les installations et l'infrastructures nécessaires à l'exploitation minière;
- Utiliser les ressources en eau et en bois situées à l'intérieur du périmètre minier pour les besoins de l'exploitation minière sous réserve du respect des normes définies dans l'étude d'impact environnemental et Social (EIES) et le plan de gestion environnementale et sociale (PGES), et ;
- Procéder aux travaux d'extension de la mine.

Cependant, la zone du projet se caractérise par des villages ruraux et des hameaux dispersés et non développés, répartis entre les deux groupes de Mwilu et Musokantanda. Au total, 40 villages et hameaux sont situés dans la zone du permis minier.

CHAPITRE II. DE LA DESCRIPTION DU PROJET

2.1. Du résumé du projet

Le projet de Kamoia-Kakula comprend les Permis d'Exploitation de Kamoia (PE 12873, 13025 et 13026 couvrant une superficie de 397,4 km²) et projette une option de développement alternatif de l'exploitation minière de plusieurs gisements sur le projet Kamoia-Kakula en tant que complexe minier, de transformation et de fusion intégré de 18 MTPA qui sera construit en trois étapes. Ce scénario envisage la construction et l'exploitation de sept mines distinctes. Premièrement, une exploitation minière initiale de 6 MTPA serait établie à la mine de Kakula sur le gisement de Kakula; Cette opération est suivie d'une exploitation minière séparée de 6 MTPA à la mine de Kansoko en utilisant les doubles galeries existantes qui ont été achevées en 2017; une troisième mine de 6 MTPA sera alors établie à la mine de Kakula West. Au fur et à mesure que les ressources des mines de Kakula, Kansoko et Kakula West sont exploitées, la production commencera séquentiellement dans quatre autres mines de la région de Kamoia-Nord pour maintenir le débit de 18 MTPA dans le complexe de concentrateurs et de fonderie alors existant.

Chaque exploitation minière devrait être une mine souterraine distincte dotée d'une installation de traitement partagée et d'une infrastructure de surface située à Kakula. Dans ce scénario, on trouve la construction d'une fonderie de cuivre blister d'une capacité de 1 million de tonnes de concentré de cuivre par an.

Les sept mines classées par leurs valeurs relatives sont:

- Mine de Kakula (PFS 6 mtpa) ;
- Mine de kansoko (PFS 6 mtpa) ;
- Mine Kakula West (PEA 6 mtpa);
- Mine Kamoia Ouest 1 (PEA 6 mtpa),
- Kansoko Nord mine 2 (PEA 6 mtpa);
- Kamoia centrale mine 3 (PEA 6 mtpa) ;
- Mine Kamoia Nord 4 (PEA 3 mtpa).

Les emplacements des sept mines sont présentés dans la figure 2.

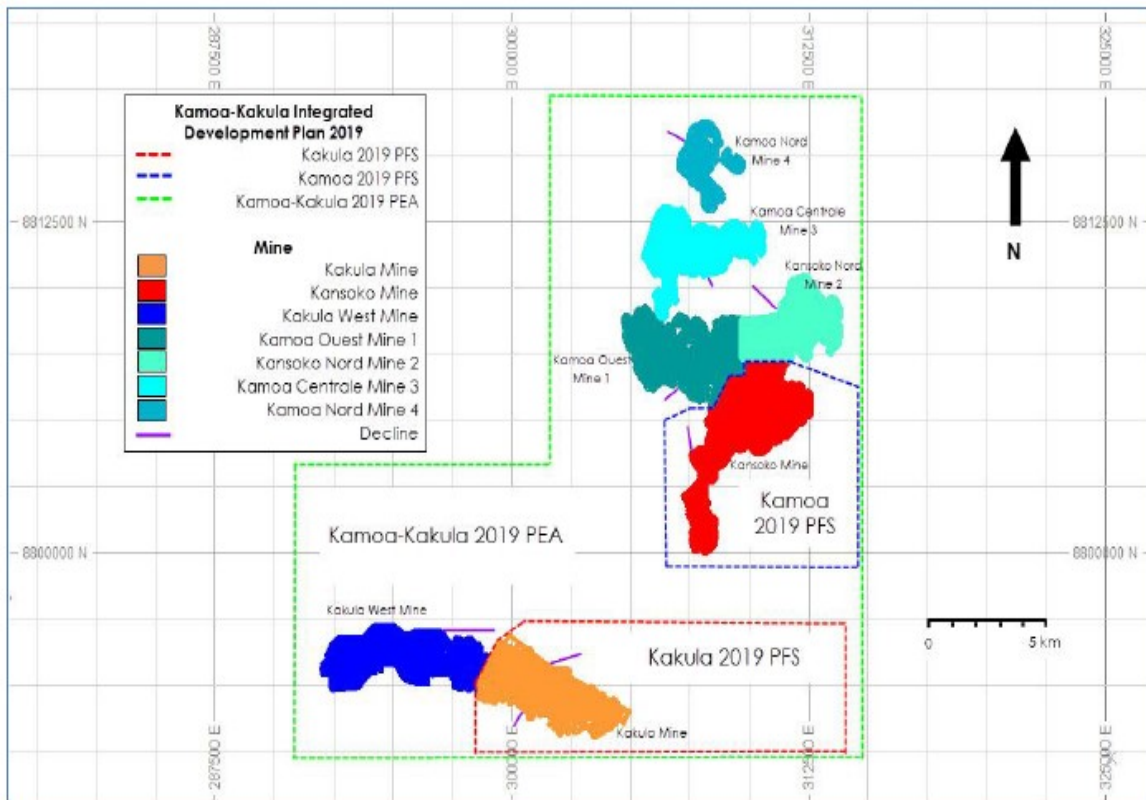


Figure 2: Les emplacements des sept mines du projet Kamo-Kakula

2.1.1. Nature et étendue du gisement

La minéralisation identifiée à ce jour dans le cadre du projet est typique des gisements de cuivre sulfuré stratiformes encaissés dans les sédiments. La minéralisation Kamo-Kakula, cependant, est inhabituelle dans la mesure où elle se trouve à la base du Grand Conglomérat, qui est stratigraphiquement plus élevé que la majorité des gisements de Copperbelt qui sont généralement encaissés dans les roches dolomitiques du sous-groupe des Mines.

La superficie actuelle de deux gisements Kakula et Kansoko couvre 50 km² tandis qu'avec une teneur en cuivre de 1%, les ressources minérales de Kakula couvrent une superficie de 27,4 km², dont 21,5 km² sont classées comme indiquées et 5,9 km², classées comme présumées. Le gisement reste ouvert latéralement aux extensions actuellement en cours de forage et la partie sud de la zone de licence d'exploitation Kamo-Kakula n'a pratiquement pas été testée.

2.1.2. Les travaux d'exploitation prévus

L'exploitation des mines de KAMCO sera effectuée par des méthodes d'exploitation souterraine aux sept sites miniers. Le minerai sera transporté vers le concentrateur de traitement de Kakula par des courroies transporteuses. Les usines de traitement comprendront des circuits de concassage et de broyage (où le minerai sera réduit en une fine poudre), ainsi qu'une infrastructure de concentration du cuivre et la flottation (des procédés chimiques et physiques permettront de séparer les minéraux de cuivre du minerai pour produire du concentré de cuivre), d'une fonderie qui entrera en jeu après afin de produire du cuivre blister et d'une infrastructure connexe située dans la zone de la mine de Kakula.

Le Projet de Cuivre de Kamoia-Kakula sera développé de la façon suivante :

La première phase : (2019 - 2024)

- Construction et développement (2019 - 2024) Développement et construction d'une mine souterraine de 6 Mt/a à Kakula avec deux concentrateurs de 3 Mt/a et infrastructures associées. Les concentrateurs seront construits en deux phases et seront mis en service selon les échéanciers des rampes d'exploitation.

Le Projet Kamoia - Kakula a des installations de traitement et d'infrastructure qui comprendra:

- Une unité de traitement de 18 MTPA comprenant le broyage et le criblage de surface, le fraisage et la flottation, composé de trois circuits de concentration du minerai, d'une fonderie et d'une infrastructure connexe située dans la zone de la mine de Kakula ;
- La mine de Kakula et l'infrastructure de surface dédiée au gisement de Kakula ;
- La mine de Kansoko sur les zones Kansoko Sud et Kansoko centrale du gisement de Kamoia; y compris les systèmes de transport terrestre associés ;
- Infrastructure de surface dédiée, y compris les systèmes de transport terrestre associés à la mine de Kakula West et aux mines de Kamoia Nord 1 à 4.

L'unité de traitement de Kakula sera le premier des trois circuits de 6 MTPA à être localisé au complexe de transformation central. Le concentrateur de Kakula (concentrateur de complexe central 1) comprendra un stock de ROM de 15 000 t pour alimenter un concentrateur de 6 MTPA d'exécution de mine (ROM) basé sur le broyage et le criblage mis en scène, suivi par deux séries de phase, broyage à boulet. Le produit de broyage à boulets sera mis à niveau dans le circuit de flottation qui sera conçu pour produire deux produits concentrés différents, c.-à-d. un produit de haute

qualité et de qualité moyenne. Ces deux produits concentrés seront combinés pour former le concentré final.

La conception de Kakula permettra au concentrateur central Complexe 1 d'être construit en deux phases afin d'être aligné avec le calendrier de production de la mine. La phase 1 traitera 3 MTPA en ligne avec la rampe de mine et le débit sera doublé pendant la phase 2 à 6 MTPA. La suite de la montée en concentration du concentrateur central Complexe 1 à 6 MTPA, le complexe sera élargie par l'ajout du concentrateur central Complexe 2 à la zone de la mine de Kakula. Le concentrateur Central Complexe 2 sera basé sur la conception du circuit Kansoko. L'expansion de 6 MTPA à 12 MTPA sera également complétée par une approche en deux phases, comme le prévoit le plan minier.

La deuxième phase : (2024 à 2044)

- Le concentré sera transporté du complexe de concentrateurs adjacents dans un hangar de stockage des concentrés situés dans le complexe de fonderie. Le procédé de fusion utilisera la technologie de fusion directe au souffleur, qui est prouvée pour le traitement de concentrés de cuivre à faible teneur en soufre semblables à ceux envisagés pour le projet Kamoia-Kakula. Le concentré de cuivre sera d'abord séché dans un séchoir à vapeur avant d'être nourri avec de l'air enrichie d'oxygène dans l'arbre de réaction de la fusion directe au souffleur pour produire du cuivre blister et des gaz de SO₂ dans un processus de fusion éclair à une seule étape. Les effluents chargés de SO₂ seront dépoussiérés et envoyés dans une usine d'acide sulfurique à double contact-double adsorption pour la production d'acide à haute résistance, qui sera vendu au marché local. Le cuivre sera récupéré du laitier de la fusion directe au souffleur dans un nettoyage de laitier électrique en aval par la réduction avec le coke métallurgique pour produire le cuivre blister. Laitier de four électrique contenant encore jusqu'à 4% de cuivre, sera refroidi lentement, écrasé et envoyé à l'installation de flottation du laitier pour la récupération du cuivre résiduel, sous la forme de concentré, qui sera ensuite de retour à l'entrepôt de stockage concentré et mélangé avec du concentré frais.

La troisième phase :

Agrandissements jusqu'à 18Mtpa développant la séquentialité de la mine comme suit :

- Mine Kakula (6 mtpa) ;
- Mine Kansoko (6 mtpa) ;
- Mine Kakula West (6 mtpa) ;
- Mine de kamoia ouest 1 (6 mtpa),
- Mine Kansoko Nord 2 (6 mtpa) ;

- Mine Kamoia Central 3 (6 mtpa) ;
- Mine Kamoia North 4 (3 mtpa).

2.1.2.1. Les travaux spécifiques

L'infrastructure actuelle de la mine Kansoko comprend les éléments suivants :

- Des puits d'exhaures pour la mine de Kansoko et pour l'approvisionnement en eau de Kansoko (Total 12 forages);
- 120 kV Ligne électrique (20 km) pour fournir le courant de la SNEL à la mine Kansoko (approuvée par une EIE séparée)
- Sous-station 120 / 11kV;
- 11kV Lignes électriques (6km) pour approvisionner le camp avec le courant de la SNEL;
- Bureaux temporaires et atelier à la mine;
- Magasin d'explosifs (Dynamitière);
- Clôture temporaire autour du portail d'entrée;
- Bassin de décantation des eaux pluviales;
- Générateurs de secours en électricité ;
- Bâtiments permanents (50 chambres) dans le camp actuel ;
- Bureaux temporaires, magasins et ateliers dans les camps actuels;
- Route d'accès à Kakula; et
- Les champs de maïs et les étangs piscicoles en tant que projets de développement communautaire.

Les infrastructures additionnelles proposées pour le Projet comprennent :

- Exploitation minière souterraine – on accèdera aux mines Kansoko, Kakula et la mine Kamoia North 1, 2, 3 et 4 par des galeries inclinées (permettant la circulation des véhicules miniers spéciaux). Ces galeries inclinées seront équipées de convoyeurs (pour le transport du minerai), de systèmes de ventilation et de canalisations d'eau ;
- Construction et exploitation de la mine de Kakula West comprenant une inclinée qui se reliera avec la galerie de la mine de Kakula permettant ainsi l'entrée par le Nord et la sortie des engins par le Sud ;
- La construction d'une courroie transporteuse de la mine de Kansoko jusqu'au concentrateur de Kakula pour le transport des minerais ;
- Usine comprenant un concentrateur (avec circuit de concassage et de broyage, la flottation, les circuits de traitement des rejets, une fonderie et le circuit de traitement de la scorie), des bassins des barrages d'eau brute et d'eau de traitement et des bassins de décantations des eaux usées et le bassin des rejets (Tailings) qui abritera tous les rejets liquides sortant de l'usine ;
- Un complexe de fusion situé à côté des concentrateurs de Kakula ;

- Clôture des périmètres des sites miniers – au moins 12 km de clôtures seront installés autour du site minier de Kansoko et 20 km de clôtures autour de la mine de Kakula, pour des raisons de sécurité et de prévention des risques ;
- Des infrastructures d'entreposage des stériles seront aménagées à proximité des galeries inclinées (ces infrastructures seront de taille modeste ; la plupart des roches stériles sont utilisées comme agrégats de construction et pour les infrastructures d'entreposage des rejets ;
- Infrastructures de transport (des routes d'accès vers chacun des sites miniers sont en cours d'aménagement, la déviation de la route au niveau du village Israël afin d'éviter la voie traversant les communautés riveraines jusqu'à la mine de Kakula ;
- Infrastructures d'alimentation en eau (des options d'eau souterraine et d'eau de surface ont été examinées) – le Projet de Cuivre de Kamoia sera d'abord un consommateur net, au cours des premières années, mais sera un producteur net quelques années après. Toute l'eau utilisée pour les activités d'exploitation et de traitement proviendra des opérations d'exhaure des infrastructures souterraines, sans doute réalisées au moyen de trous de forage creusés en surface. Environ 17 000 m³ d'eau par jour seront pompés de chacune des mines (et des trous de forage). 70% de cette eau serviront aux procédés de concassage/broyage, de flottation/décantation ; le reste sera rejeté, si nécessaire après un traitement adéquat ;
- Infrastructures d'alimentation en électricité : le Projet de Cuivre de Kamoia-Kakula est alimenté en électricité en deux étapes suivant la destination de la consommation de l'énergie électrique :

1°) Construction de la mine : Cette étape nécessite au plus 10 Mégawatts (MW). Etant donné le déficit de production de l'énergie électrique à la Société Nationale d'Electricité (SNEL), Ivanhoe Mines Energy RDC SARL (IVEN), une société affiliée à Kamoia Copper SA, avait signé un accord de préfinancement avec la SNEL le 20 juin 2012, pour la réparation urgente du groupe 1 de Mwadingusha. Les travaux ont été achevés en septembre 2016 et le groupe 1 réparé a été remis en service et délivre 11 MW sur le réseau SNEL. Une ligne 120 kV, 18 km, a été construite depuis la ligne RO-Kisenge et un poste mobile 120/11 kV, 15/18 MVA, a été installé à Kansoko. Il est opération depuis le 31 octobre 2016. Il est prévu la construction d'une nouvelle ligne 120 kV, 13 km Kansoko-Kakula et d'un nouveau poste 120 kV à Kakula.

2°) Production de la mine : Cette phase nécessitera jusqu'à 200 MW. Etant donné le déficit de production de l'énergie électrique à la SNEL, IVEN a signé un accord de financement avec la SNEL le 21 mars 2014.

Cet accord consiste à réhabiliter et moderniser les centrales hydroélectriques de Mwadingusha, de Koni, de Nzilo ainsi que leurs réseaux électriques associés. La

construction des nouvelles lignes et nouveaux postes haute tension est aussi prévue dans le cadre du même projet. Les mines de Kansoko et de Kakula seront alimentées à partir d'une ligne 220 kV, 35 km, qui partira du nouveau poste 220 kV à construire à côté du poste 220 kV de Sicominès. Deux nouveaux postes électriques de 220/11 kV seront construits à côté des usines de traitement des mines de Kansoko et Kakula.

- Infrastructures de gestion des déchets dangereux, non dangereux et médicaux. Une unité de traitement des eaux usées permettra le recyclage de l'eau pour les opérations de concassage/broyage, d'irrigation et d'élimination des poussières. Des sites de décharge sont prévus pour la gestion des déchets non dangereux ;
- Des bureaux, magasins, ateliers, infrastructures de stockage du carburant, vestiaires, infrastructures d'hébergement, cliniques et centres de formation sont construits à proximité des galeries inclinées à chacune des mines ;
- Construction du camp des travailleurs avec plus de 1200 maisons ;
- Projets agricoles (à l'intérieur des zones clôturées), notamment des champs de maïs, des étangs de pisciculture et un parc animalier.

Au plus fort des travaux, environ 2.000 personnes, y compris les entrepreneurs, seront employées aux deux sites miniers. Pour les opérations d'exploitation qui débuteront en 2021, 1 750 à 2 250 personnes seront employées.

Actuellement, les travaux de construction se focalisent à la mine de Kakula et le développement du déclin de Kakula est suivi par le développement des blocs d'abattage du minerai et la construction de la plateforme en surface.

Au fur et à mesure que les travaux de développement et de production vont se dérouler concomitamment, la capacité initiale du concentrateur de 3 MTPA va augmenter à 6 MTPA car la mine de Kakula travaillera à plein régime. Par la suite, la mine de Kansoko entrera en production et les mines continueront de monter jusqu'à 12 MTPA combinés à l'année 9. La mine de Kakula West va entrer en jeu pour ramener la production totale à 18 MTPA, ce qui sera suivi par quatre mines supplémentaires à Kamoà Nord.

Les scénarios de développement potentiels du projet Kamoà-Kakula sont illustrés à la figure 3 ci-dessous.

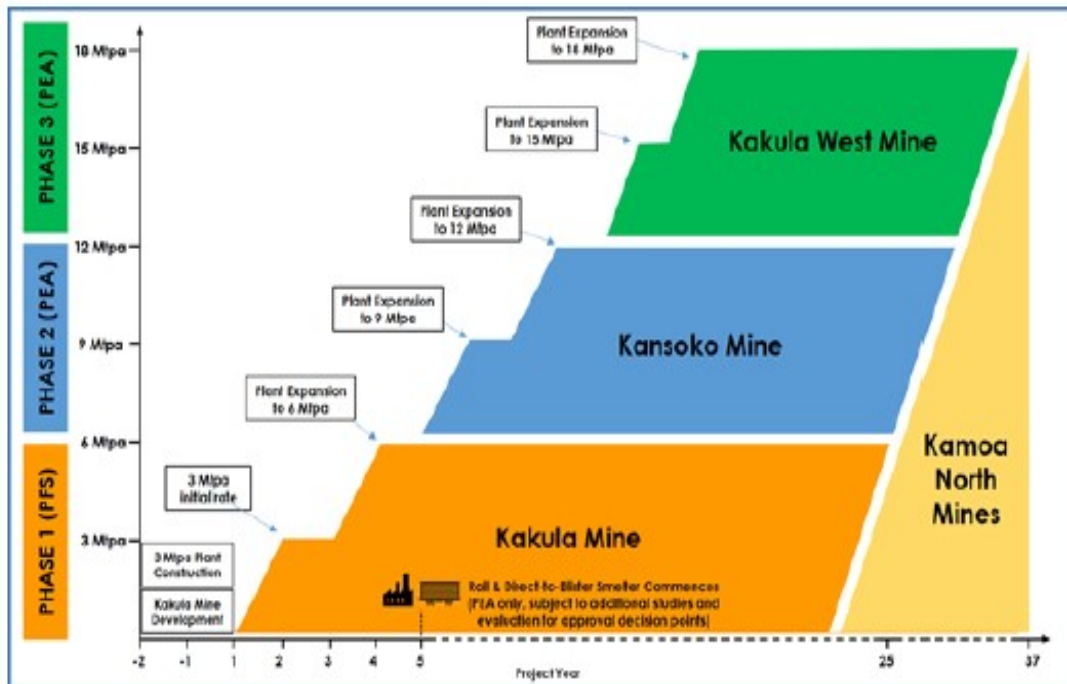


Figure 3: Scénario de développement à long terme du Projet Kamoia-Kakula

2.1.3. Les aménagements et infrastructures prévus

2.1.3.1. Les aménagements

Il est question de préparer les surfaces devant accueillir les ouvrages, les équipements, l'usine à implanter et ses composantes, les infrastructures de stockage des rejets et les hébergements des travailleurs. Les travaux ci-après sont exécutés à l'excavateur, au bulldozer et à la niveleuse, avec l'appui de la benne articulée et l'aide de la main d'œuvre recrutée à cette fin :

- défrichage, débroussaillage, déboisement et dessouchement sur toute la superficie due ;
- déplacement des découvertes et du mort-terrain provenant de la couverture du gisement, et qui serviront globalement au nivellement, à l'entretien des voies de circulation et à la réhabilitation du site, s'ils sont jugés non dangereux ;
- aucun dynamitage n'est réalisé à ce stage d'aménagement mais des remblayages sont appliqués ;
- une expropriation a été faite pour les champs des agriculteurs se trouvant sur le site du projet Kamoia - Kakula: pour le cas d'espèce, il était question de délocaliser les propriétaires de tous les champs qui étaient situés à l'intérieur des

PE de Kamoia. Tous les efforts sont actuellement déployés pour éviter toute relocalisation involontaire. Pour la mine de Kansoko, une superficie de 7 Km² a été clôturée pour la plupart des infrastructures de surface prévues. Cette zone a fait l'objet d'une enquête en 2016 et il s'y en est suivi des indemnités et compensations versées aux particuliers et aux collectivités suite à la perte de champs de diverses cultures et d'accès à ces terres selon la législation en la matière. Au total 230 champs agricoles ont été identifiés et indemnisés selon la valeur mercuriale locale augmentée de 50%. Selon les bonnes pratiques de Kamoia Copper SA, les terres perdues ont été proposées de remplacement, mais les personnes affectées ont préférées être compensées en argent et refaire elles- même leurs champs. En plus, la perte d'accès aux ressources naturelles contenues dans l'espace clôturée a valu une compensation commune d'une école secondaire technique construite et équipée par Kamoia Copper SA (KAMCO). Cette école fonctionne parfaitement pour le moment sous la gestion de l'Eglise Méthodiste Unie. Aucune délocalisation- relocalisation physique n'était nécessaire pour la mine de Kansoko et aucun site de sépulture n'a été identifié à l'intérieur de la clôture prévue.

- Pour la mine de Kakula, une superficie de 21 km² a été clôturée pour des infrastructures de surface prévues. L'enquête des champs a été faite en deux étapes, d'abord pour la zone de construction du portail d'entrée de la mine et ensuite sur tout le reste des 21 km². A la première étape, 11 champs ont été identifiés tandis qu'à la deuxième étape 115 champs pour une superficie totale de 54Ha au total ont été identifiés après enquête. Tous ces champs ont été indemnisés selon la législation en la matière, de même que les arbres fruitiers et les biens des 45 ménages qui y vivaient. A la suite de plusieurs consultations avec les personnes affectées et leurs autorités traditionnelles en collaboration avec les services étatiques de l'AGRIPEL et du Développement Rural, les 45 ménages ont été tous délocalisés physiquement, dans des maisons de meilleure qualité construites par l'entreprise Kamoia Copper SA, au village Muvunda, chef-lieu de la terre traditionnelle de Muvunda.
- Le remplacement des terres arables perdues ainsi que la perte d'accès aux ressources naturelles. Une école primaire et 7 maisons des enseignants ont été construites en conséquence et un puits d'eau avec pompe solaire a été aussi installée afin de donner l'accès aux familles hôtes et réinstallées de Muvunda l'accès à de l'eau potable.
- La compensation et le processus de délocalisation- relocalisation a été réalisée en consultation avec les personnes touchées et les équipes étatiques de l'AGRIPEL et du Développement Rural. Pour des raisons de transparence, Kamoia Copper SA (KAMCO) s'est fait accompagner par une ONG experte en

RSE, Alternative Plus. Chaque paiement a été fait par voie bancaire pour raison de sécurité et de traçabilité.

Aucun site de sépulture n'a été identifié à l'intérieur de la clôture périmétrique prévue pour la mine de Kakula.

En 2019, le besoin d'installer d'autres infrastructures de surface notamment les puits de ventilations et les tuyauteries de la mine, une autre phase de délocalisation est en cours dans la zone sud de kakula. L'enquête a révélé la présence de 336 champs sur une superficie totale de 162 Ha et 64 familles qui seront sujettes à une délocalisation physique. Le processus actuel suit la nouvelle prescription en matière de délocalisation, notamment selon l'annexe XVIII du règlement minier actuel. Un cimetière a été identifié dans cette zone de Kakula et des mesures ont été prises pour éviter de l'impacter par les infrastructures. La zone du cimetière a été laissée indemne et un couloir d'accès libre sera observé lors de la clôture de cette zone. Toute délocalisation-relocalisation est effectuée conformément à la législation de la RDC au minimum et en consultation avec les communautés, les dirigeants et autorités concernés avec l'accompagnement d'une ONG experte en RSE.

Pour accomplir une compensation adéquate et satisfaisante des impacts d'une relocalisation physique et économique associée au Projet, Kamo Copper SA s'est engagée à effectuer toute relocalisation involontaire conformément à la réglementation congolaise. A chaque fois, différentes options d'emplacements de relocalisation ont fait l'objet de discussions et ont été convenues avec les personnes affectées par le Projet KAMCO, et ce, avant toute relocalisation. Un plan d'action de relocalisation (PAR) ainsi qu'un Plan de Restauration des Moyens de Subsistance seront soumis pour approbation par les autorités compétentes et mis en œuvre en conformité avec la réglementation applicable en RDC.

2.1.3.1. Les Infrastructures

2.1.3.1.1. Les infrastructures du site de Kamo

L'infrastructure du projet comprend l'alimentation en électricité, les barrages de résidus, les communications, la logistique, les options de transport, les matériaux, l'eau et les eaux usées, les bâtiments, les logements, la sécurité et les services médicaux.

La figure 4 ci-dessous présente un plan indiquant l'emplacement des mines et les infrastructures clés pour les mines de Kakula et de Kansoko. Elle montre également les

emplacements du site proposé pour l'usine de Kamoa et des installations étroitement associées.

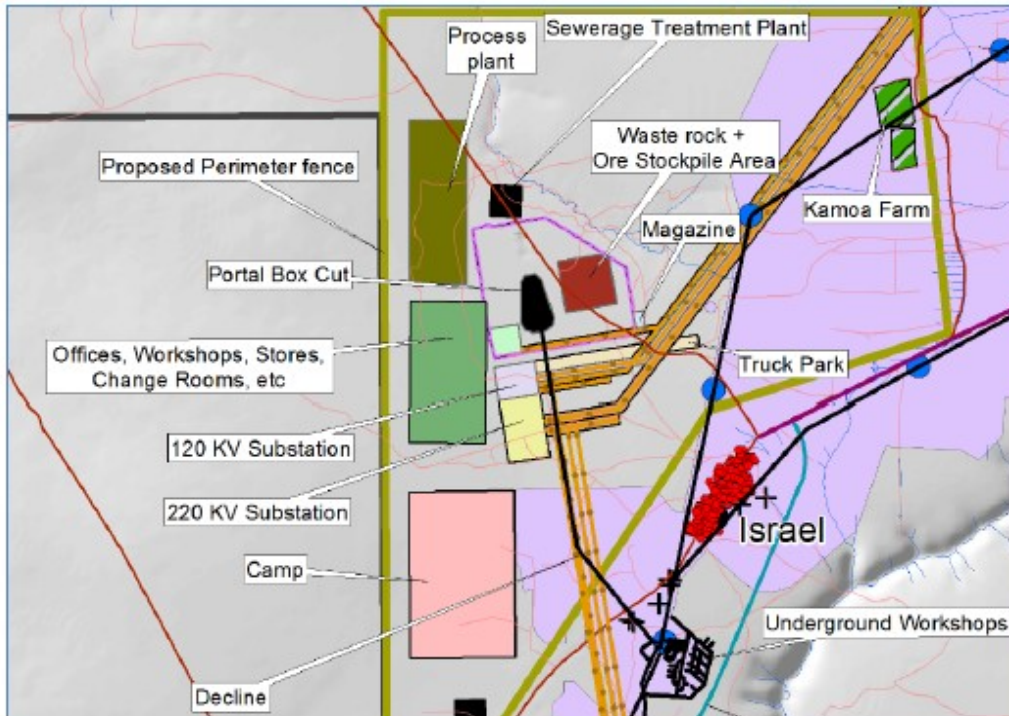


Figure 4: Plan indiquant l'emplacement des mines et les infrastructures clés pour la mine de Kansoko

Le site est compact et intègre l'usine de traitement, les installations, la préparation des réactifs, le laboratoire, les bureaux, le camp de construction, les infrastructures électriques, les infrastructures hydrauliques, les bureaux et ateliers d'exploitation minière, le stationnement des véhicules, le stockage en entrepôt, le stockage de concentrés et les installations de stockage.

2.1.3.1.2. Les infrastructures du site de Kakula

Les types de bâtiments ci-haut cités ont été inclus dans la conception de l'infrastructure de Kakula:

- Les bâtiments architecturaux sont généralement construits en brique, dotés de fenêtres en acier et de portes en bois / acier. Le toit est construit avec des fermes de toit en acier et en bois, avec des feuilles de toit inversées. Les bâtiments comprennent tous de petits appareils électriques, des éclairages et du mobilier. Ces bâtiments ont été dimensionnés à l'aide de la main-d'œuvre estimée de la mine.

- Les bâtiments modulaires sont des bâtiments préfabriqués composés de sections répétées érigées sur le site. ;
- Les ateliers sont généralement constitués d'un bâtiment à structure d'acier revêtu avec des bases civiles, des socles et un lit de surface. Ces bâtiments ont également rempli de briques sur les côtés, de bureaux en brique et de petits magasins à l'intérieur pour accueillir le personnel travaillant dans ce bâtiment. Les portes à volets roulants, les portes et les fenêtres standard sont incluses, ainsi que les petits équipements électriques, l'éclairage, les outils / équipements généraux, le mobilier et, si nécessaire, un pont roulant ;
- Les ateliers et les magasins ont été dimensionnés en utilisant des données historiques et en fournissant un espace de stockage de trois mois pour les consommables ;
- Le bâtiment du vestiaire est une structure en acier revêtu avec des bases civiles, des socles et des briques pleines avec toutes les installations sanitaires nécessaires, des bancs pour sièges, des luminaires, des extracteurs, des étagères et des geysers / chaudières. Le bâtiment a été conçu pour englober d'autres installations telles que la salle des lampes, le lave-chaussures, la buanderie, les magasins et les bureaux. En outre, la conception fournit un flux séquentiel logique aux employés qui commencent ou terminent un quart de travail, tout en garantissant la sécurité des employés ;
- Tous les bâtiments de sous-stations MT sont en acier de construction avec tôle de toiture, dalle de béton surélevée et briques pleines. Tous les bâtiments de la sous-station BT sont expédiés par conteneur et livrés sur le site. Seules les bases civiles seront coulées sur le site avec des plateformes en acier.

2.1.3.1.3. Les infrastructures de la zone minière

Les infrastructures de la zone minière est composée de :

- Complexe de maisons de changement (5000 m²).
- Atelier d'ingénierie (3600 m²).
- Magasin de mine (1763 m²).
- Atelier de véhicules lourds (1439 m²).
- Atelier de véhicules légers (1079 m²).
- Salle de la lampe (1000 m²).
- Magasin de sous-composants (720 m²).
- Zone de changement de pneus (529 m²).
- Articles à renvoyer aux OEM (432 m²).
- Hangar de transfert d'explosifs permanents (380 m²).
- Salle de contrôle des mines (378 m²).
- Portail du vestiaire (282 m²).
- Portail pour zone minière (282 m²).

- Sous-stations BT (10 x 210 m² chacune).
- Les bureaux de la mine (200 m²).
- Baie de lavage pour véhicules lourds (175 m²).
- Baie de lavage pour véhicules légers (175 m²).
- Salle de contrôle d'urgence (110 m²).
- Magasin d'huile et de lubrification (100 m²).
- Cantine (100 m²).
- Zone de transfert de matériel de bureau (100 m²).
- Magasin de gaz (100 m²).
- Salle médicale (87 m²).
- Salle de secours de la mine (87 m²).
- Surface de la cour extérieure (50 m²).
- Mini sous-station de surface (4 x 45 m² chacun).
- Ablutions (3 x 35 m² chacune).



Photo 1: Le garage et les contenants de stockage de l'eau en surface à la mine de Kakula



Photo 2: Le portail du vestiaire et les macarons des travailleurs qui sont dans la mine à Kakula



Photo 3: Trois images combinées montrant les portails d'entrée de Kansoko, Kakula nord et ouest



Photo 4: La station électrique Basse tension de Kakula

2.1.3.1.4. Les infrastructures de la zone du concentrateur

Les bâtiments de la zone de concentration sont les suivants :

- Zone de stockage ouverte de la zone de fraisage (1500 m²).
- Salle de contrôle du concentrateur (975 m²).
- Atelier d'usine (937 m²).
- Bureau de l'usine (363 m²).
- Change de plantes (231 m²).
- Sous-stations BT (7 x 210 m²).
- Salle de lubrification dans le bâtiment de broyage en surface (170 m²).
- Hall d'entrée de l'usine (123 m²).
- Maison des compresseurs (100 m²).
- Maison des soufflantes (100 m²).
- Salles de lubrification sur la zone de broyage (4 x 70 m²).
- Bureau de pont-basculé à chargement concentré (60 m²).
- Bâtiments Ablutions (3 x 50 m²).

2.1.3.1.5. Bâtiments d'infrastructure générale

Les bâtiments de la zone d'infrastructure générale se compose de :

- Magasins principaux (4223 m²).
- Centre d'engagement et de formation (3252 m²).
- Bureau principal (3200 m²).

- Complexe de laboratoire (2500 m²).
- Stockage de consommables en vrac pour réactifs (2500 m²).
- Surface de réunion générale (1074 m²).
- Magasin de sous-composants (600 m²).
- Cour principale (600 m²).
- Magasin de ciment (600 m²).
- Dépanneurs (500 m²).
- complexe EMS (452 m²).
- Ablutions à l'arrêt de camion (450 m²).
- Maison de gardien à l'entrée principale (300 m²).
- Cour collée (300 m²).
- Sous-stations MT pour mines et infrastructures (18 x 210 m²).
- Magasin de lubrifiant (200 m²).
- Cantine (150 m²).
- Ablutions à la porte principale (100 m²).
- Magasin de gaz (100 m²).
- Magasin de produits chimiques (100 m²).
- Magasin de matières dangereuses (100 m²).
- Bureaux - Bureau principal du pont-bascule (60 m²).
- Maison de gardien dans la cour collée (60 m²).



Photo 5: L'infrastructure existante de la mine de Kansoko



Photo 6:L'infrastructure de bureau existant en surface de la mine de Kakula Nord



Photo 7:L'infrastructure de surface en construction sur le site de la mine de Kakula ouest

2.1.3.1.6. Installations de construction

Dans la mesure du possible, des infrastructures permanentes seront utilisées pour minimiser les installations de construction temporaires. Des installations et services de construction temporaires ont été autorisés pendant la phase de construction du projet, lorsque l'infrastructure permanente n'a pas été construite ou autorisée.

Ces installations sont un élément crucial de la gestion de la construction, car les sites peuvent être très exigeants en ce qui concerne la coordination et le déplacement de grandes quantités de matériaux, ainsi que de produits, installations et personnes de grande valeur.

Aménager efficacement et avec précision un site garantit que les travaux de construction sont entrepris de manière sûre et efficace. Le dimensionnement et le positionnement corrects des installations temporaires peuvent aider à réduire les temps de trajet, les embouteillages et les temps d'attente, faisant du site un lieu de travail plus efficace.

Les utilitaires temporaires suivants sont prévus sur le site du projet Kamoia – Kakula :

2.1.3.1.7. Hébergement

Des indemnités pour travaux de construction ont été prévues aux trois endroits suivants:

- Camp Kamoia existant: le camp Kamoia existant peut accueillir 350 personnes. 100 de ces établissements sont permanents et 250 temporaires. Une fois la construction terminée, seul le logement permanent sera utilisé ;
- Kakula Main Camp: Ce camp accueillera 1600 personnes au total, dont seulement 1000 seront construites pour la première usine de 3 Mtpa en phase 1. Cet hébergement sera destiné à l'équipe cliente, aux entrepreneurs miniers et à l'entrepreneur EPCM ;
- Camp des entrepreneurs: une zone est allouée et clôturée pour les entrepreneurs principaux (travaux de terrassement, travaux publics, EC & I, SMPP et entrepreneurs en travaux). Ce camp pourra accueillir 1000 à 2000 personnes à la fois.

Pendant la phase de la construction, toute l'énergie doit être fournie par des générateurs diesel locaux fournis par les entrepreneurs, selon les besoins. Des dispositions ont également été prises pour réguler l'alimentation du réseau vers les bureaux de la construction, les dépôts de construction et les zones de construction des installations de concentration à partir d'une série de mini-sous-stations. Les régions éloignées, par exemple le parc à résidus, continueront d'être alimentées par des générateurs diesel locaux, selon les besoins.

Initialement, l'approvisionnement en eau en vrac, pour la construction de la mine, sera assuré par les eaux souterraines locales provenant de forages. L'eau sera transportée sur le site avec des citernes à eau et évacuée si nécessaire.

Outre les locaux de construction, l'alimentation en électricité et en eau, sont également utilisés pour :

- Couche de construction: la zone a été identifiée comme étant la principale zone de dépôt de construction, où tous les entrepreneurs de travaux de surface établiront leur camp de construction principal ;

- Bureau de la construction: le bloc de bureaux principal sera utilisé à court terme comme bureau de la construction et sera étendu si nécessaire ;
- Magasins de construction: une partie du magasin principal et capital permanent sera construite et utilisée pendant la construction comme espace de stockage pour le matériel ;
- Communication de construction: un réseau informatique indépendant dans les bureaux de construction avec communication de données Internet (par satellite) est prévu pour l'équipe du projet EPCM. Des radios mobiles portables et deux stations de base sont fournies pour les communications vocales du site ;
- Les véhicules de construction n'ont été autorisés que pour l'équipe du projet EPCM. Les véhicules existants du projet seront utilisés.
- QSSE de construction: une allocation a été prévue pour le matériel de détection de l'éclairage, l'alcootest, le matériel de premiers secours, les carnets de permis et d'inspection, le matériel de lutte contre l'incendie des bureaux de construction, la trousse de secours pour le travail en hauteur, les équipements de protection individuelle et les kits de lutte contre les déversements ;
- Panneaux de construction: les panneaux de normes nécessaires pour un chantier de construction ont été pris en compte ;
- Installations d'ablution de la construction: les installations d'ablution pendant la construction relèvent de la responsabilité de chaque entrepreneur ;
- Matériel informatique et informatique de la construction: un réseau informatique indépendant comprenant un serveur de fichiers, une imprimante / copieur multifonction, un traceur A0 et un réseau WIFI au sein des bureaux de la construction a été prévu. Des ordinateurs personnels de bureau, des projecteurs audiovisuels et une installation de vidéoconférence sont également pris en charge ;
- Installations d'accès à la construction et de sécurité: des unités de type conteneur temporaire ont été autorisées à aider au contrôle de l'accès des employés au site. L'accès des véhicules au site sera contrôlé par des barrières ;
- Installations de gestion des déchets de construction: une parcelle de récupération pour la construction et des zones de stockage des déchets ont été prévues.

Un plan de site montrant les emplacements des mines et des infrastructures clés pour le Projet Kamoia - Kakula est illustré à la figure 5 ci-après.

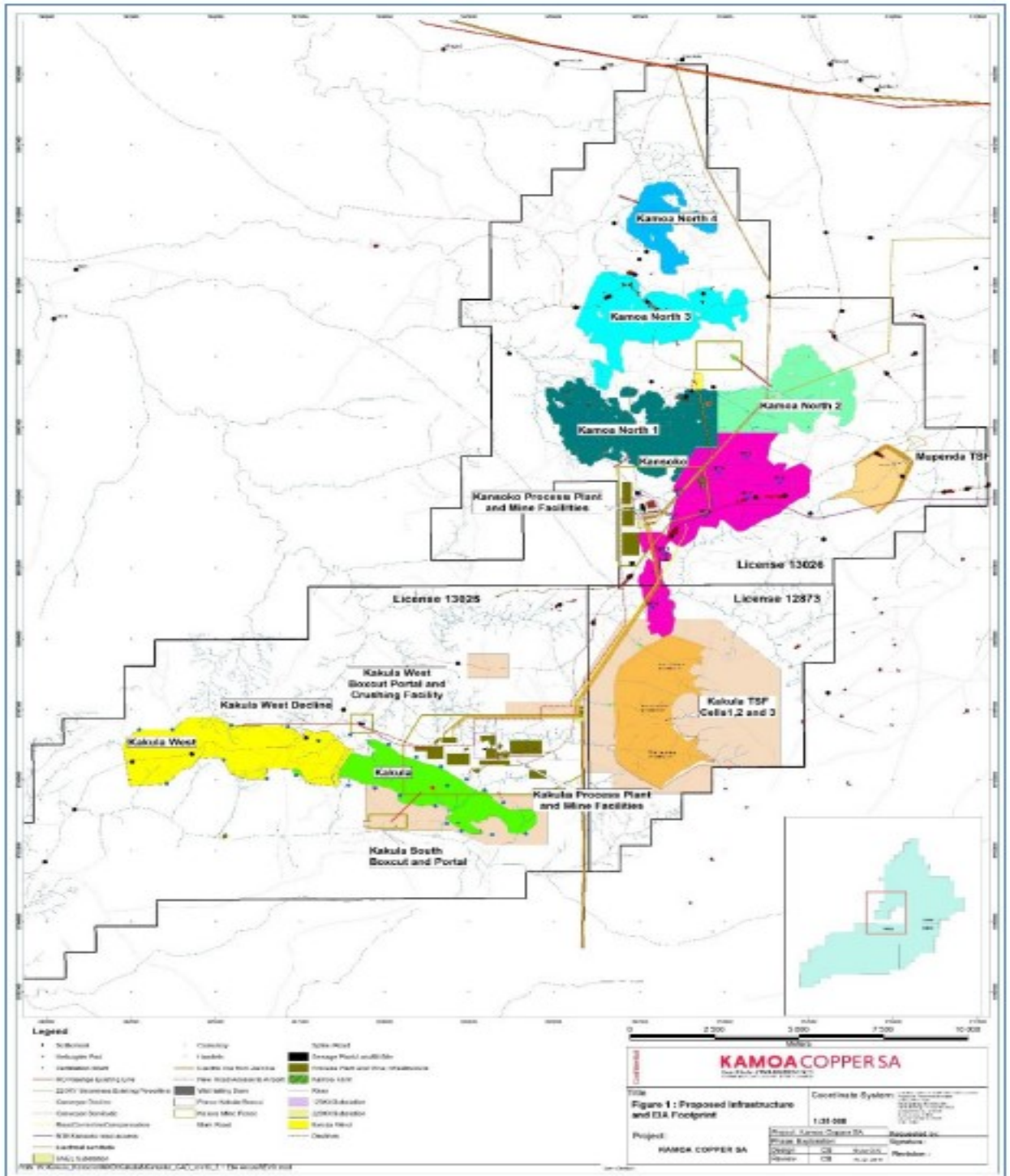


Figure 5: Le plan de site montrant les emplacements des mines et des infrastructures clés

2.1.3. Les méthodes d'exploitation utilisées

La méthode d'exploitation adoptée consiste en une exploitation souterraine mécanisée. Le plan actuel de développement minier prévoit une production de 750 000 tonnes de concentré de cuivre par année, par l'exploitation d'un total combiné de 8 millions de tonnes de minerai de sulfure de cuivre par année provenant de Kansoko et Kakula (4 millions de tonnes à chacune des mines).

2.2. Nature minéralogique du gisement

2.2.1. Contexte géologique et minéralisation

Les gisements de Kansoko et Kakula sont des gisements de cuivre stratiformes encaissés dans des roches sédimentaires, stratigraphiquement situés dans les diamictites de la base du Groupe Kundelungu inférieur (Nguba), qui repose sur les grès de la partie inférieure du Mwashya. Les gisements se sont formés à une limite redox typique, les grès de Mwashya (R4.2) étant les couches rouges (oxydées) et les diamictites les couches grises (réduites). Le gisement se trouve en dehors de la région de plissement et de chevauchement, dans le bassin d'avant-pays occidental, et est par la suite relativement intact et non déformé.

L'unité de diamictite riche en clastes la plus profonde (Ki 1.1.1.1) renferme, de manière générale, une minéralisation à plus faible teneur (< 0,5% Cu).

La plus grande partie de la minéralisation à haute teneur est située dans l'unité pauvre en clastes (Ki 1.1.1.3) ou encore dans les strates de grès et de silt (Ki 1.1.1.2), qui sont présents localement entre les diamictites riches en clastes (Ki 1.1.1.1) et les diamictites pauvres en clastes (Ki 1.1.1.3). La minéralisation de cuivre aux gisements de Kansoko et Kakula présente trois styles distincts : supergène, hypogène et mixte.

Près de la surface, à proximité des dômes de Kamoa et Makalu, les diamictites ont été lessivés, donnant lieu à des zones localisées d'oxydes de cuivre et des enrichissements secondaires de sulfures de cuivre vers le bas.

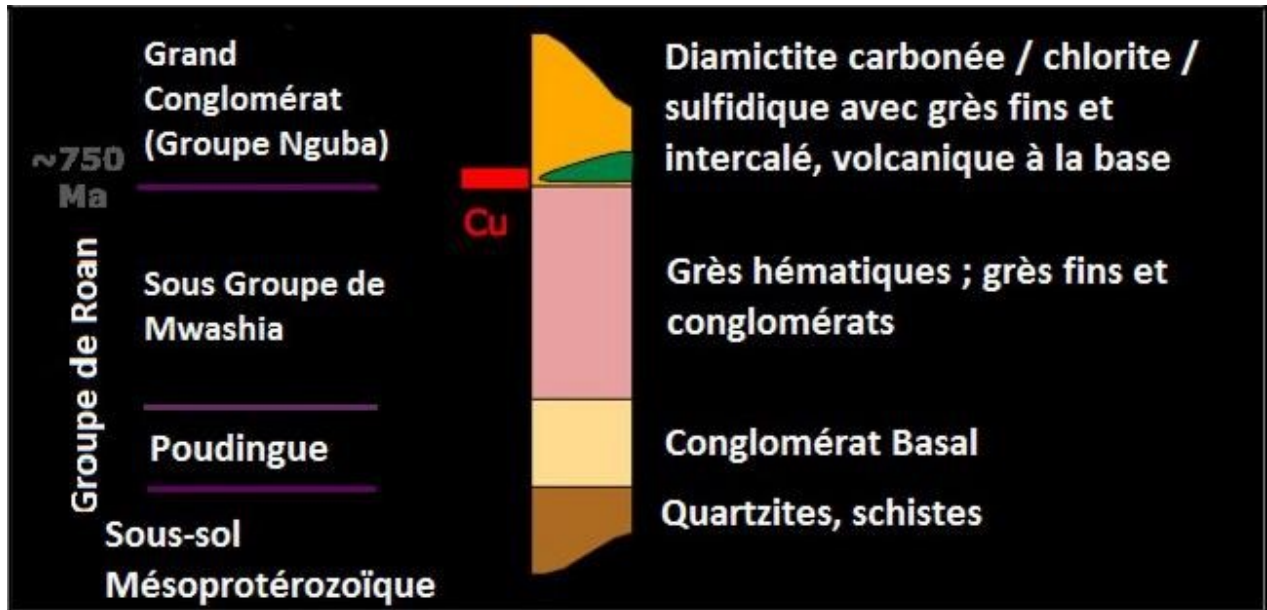


Figure 6: Colonne stratigraphique simplifiée des gisements de Kansoko et Kakula

Les gisements de Kansoko et Kakula sont presque entièrement à sulfures dominants (chalcopryrite, bornite, chalcocite), à zonation à la fois verticale et latérale. Aucun autre minéral économiquement exploitable n'a été découvert dans la zone du Projet. Le gisement de Kamoa, plus important, forme un large anticlinal à orientation nord-est / sud-ouest avec une charnière ondulée. Là où se produisent des ondulations, la roche exposée de la partie inférieure forme des « dômes » de roche stérile à la surface, qui serviront à y installer les infrastructures. Ces dômes ont été dénommés dômes de Kamoa, de Makalu, de Kakula et de Kakula Nord-Est.

La minéralisation est peu profonde et présente un pendage variant de 0 à 20°, à partir de 20 m environ sous la surface jusqu'à la profondeur forée actuelle de plus de 1 000 m. Les gisements sont plus ou moins ouverts dans toutes les directions et peuvent être facilement accrus par des forages additionnels. L'épaisseur de la minéralisation varie de 3 m à 18 m, la moyenne étant de 7 m ; les teneurs les plus élevées se trouvent généralement à la base du corps minéralisé.

La minéralisation n'est pas présente sous la forme d'affleurements en raison du lessivage causé par les eaux de pluie qui pénètrent dans la roche depuis la surface. L'effet est ici un lessivage à faible profondeur, avec la présence d'une zone supergène enrichie à environ 30-40 m. Une zone mixte de minéralisation hypogène, de lessivage et de cuivre +/- natif (chalcocite supergène) est présente dans ce secteur. Un phénomène semblable peut être observé en profondeur, où l'eau a pénétré par des fractures ou des zones de faille.

2.2.2. Types et répartition de la minéralisation

Deux grandes catégories de zonation latérale sont évidentes à Kamoia (hypogène et supergène); Cependant, dans l'hypogène, une zonation latérale additionnelle est évidente en fonction de l'abondance relative de chalcopryrite, de bornite et de Chalcocite. L'espèce dominante de sulfures dans la zone minéralisée est interprétée comme une zonation minérale latérale. Le changement du supergène à l'hypogène est généralement transitoire avec une zonation verticale fortement développée évidente dans l'hypogène.

Kakula montre une zonation minérale similaire, mais la minéralisation est principalement l'hypogène Chalcocite dominante. Les zones de bornite et de chalcopryrite ne sont pas aussi bien développées qu'à Kamoia, et les zones de Chalcocite de supergène ne se produisent pas à Kakula.

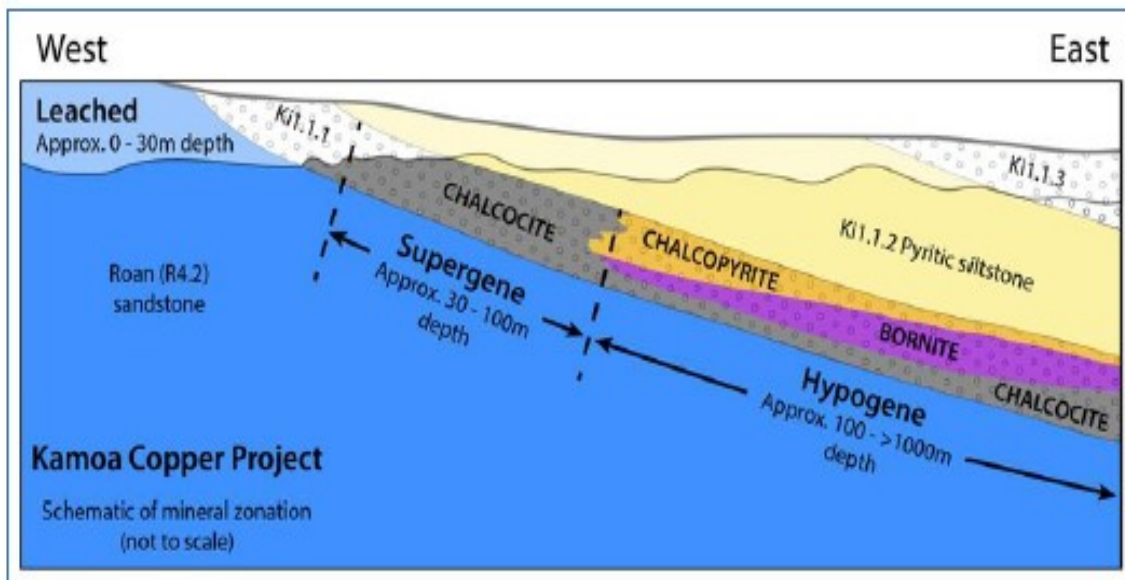


Figure 7: Schéma de zonage minéral à Kamoia

La figure 7 ci-dessus est schématique et pas à l'échelle. La zone de lessivage varie de 0 à 30 m de profondeur verticale de la surface. La zone de supergène varie de 30 m à 100 m de profondeur verticale de la surface. L'hypogène s'étend généralement de 100 m de profondeur verticale à plus de 1560 m. L'interface du supergène/hypogène est généralement à moins de 100 m de profondeur; localement, il peut être plus profond à proximité des failles et des fractures.

La minéralogie de cuivre supergénique est dominée par la Chalcocite à grains fins avec le cuivre natif secondaire et la cuprite. La zone du supergène peut s'étendre à des profondeurs de 250 m ou plus le long des zones de fracture et des contacts

stratigraphiques (Schmandt et coll., 2013). Les fluides minéralisant de la Copperbelt ont été modélisés par Muchez & Corbella (2016) pour progresser lentement, latéralement et à travers les couches stratigraphiques loin de la source de fluide, conduisant les réactions entre un fluide riche en cuivre et le réducteur de roche hôte (anhydrite ou pyrite), précipitant des sulfures de cuivre. Ce front minéralisant est également interprété comme étant capable de dissoudre certains des sulfures de cuivre antérieurs, avec les sulfures stratigraphiquement inférieurs, plus riches en cuivre, remplaçant partiellement les sulfures sus-allongés, plus pauvres en cuivre (Twite et al. 2018). Ceci conduit à une zonation caractéristique par laquelle la pyrite est remplacée par la chalcopryrite, la chalcopryrite par la bornite, et la bornite par la Chalcocite. Cette zonation est évidente à Kamoakakula et ailleurs sur la Copperbelt (Van Langendonck et al. 2013).

A Kamoakakula, la chalcopryrite domine, principalement sous forme de disséminations fines dans la matrice diamictite, bien que la chalcopryrite très grossière puisse se former sous forme de grains allongés jusqu'à 5 mm de longueur, de clastes ou de fragments d'Anulingus, ou de définir des ombres de déformation aux clastes. Une foliation abrupte à verticale est définie par l'alignement faible des clastes et des minéraux dans la matrice, mais est souvent mieux affichée par l'alignement des sulfures fins et grossiers (Twite, 2016). La bornite est typiquement finement grainée et diffusé dans la matrice de la diamictite. Lorsqu'il est bien développé, la bornite à grains fins est reconnue visuellement par un obscurcissement significatif de la matrice diamictite. La Chalcocite se produit presque toujours sous forme de disséminations à grains fins, en particulier dans le siltstone intermédiaire (Ki 1.1.1.2). Les zones de supergène, à proximité des arêtes du dôme, sont typiquement Chalcocite-dominante.

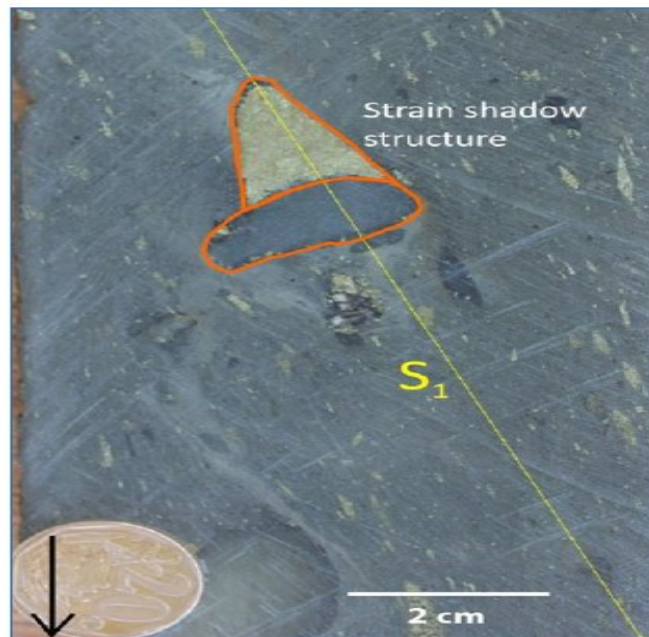


Figure 8: S1 définit l'orientation de la foliation abrupte. (Figure fournie par Ivanhoe, 2016)

Par rapport à Kamoia, le gisement de Kakula est très différent dans son style de minéralisation. Alors que la zonation verticale de l'hypogène est encore évidente à Kakula, les zones de chalcopryrite et de bornite sont très étroites, avec une transition très progressive vers le bas de la bornite à la Chalcocite, suivie d'une zone (typiquement dans le siltstone basal) qui est Chalcocite-dominante.

Les proportions relatives des principaux minéraux de cuivre, qui sont la chalcopryrite, la bornite et la Chalcocite, sont variables dans chacun des gisements du projet Kamoia. Cependant, la dominance de la Chalcocite est une caractéristique unique de Kakula qui réduit sa variabilité minéralogique par rapport aux autres zones minéralisées du projet Kamoia. Un autre facteur réduisant la variabilité minéralogique relative à Kakula est un manque de supergène lié à l'oxydation superficielle.

2.2.3. Minéralisation.

La minéralisation du projet Kamoia-Kakula a été définie sur une zone de forme irrégulière de 27 km sur 21 km. La minéralisation est généralement stratiforme et zonée verticalement à partir de la base avec de la chalcocite (Cu_2S), de la bornite (Cu_5FeS_4) et de la chalcopryrite (CuFeS_2). Il existe une minéralisation importante en pyrite au-dessus de la zone minéralisée, horizon pouvant éventuellement être exploité pour produire des concentrés de pyrite destinés à la production d'acide sulfurique (nécessaires dans les mines de cuivre et d'oxydes en RDC).

Le pendage du corps minéralisé varie de 0° à 10° , de 15° à 20° sur les flancs des dômes. À Kamoia, l'épaisseur de la minéralisation à une teneur de coupure de 1,0% Cu varie de 2,3 m à 15,8 m (pour les ressources minérales indiquées). Le gisement a été testé localement du sous-sol à des profondeurs de plus de 1560 m et reste ouvert à l'ouest, à l'est et au sud. À Kakula, l'épaisseur de la minéralisation à une teneur de coupure de 1,0% Cu va de 2,9 m à 42,5 m (pour les ressources minérales indiquées). Le gisement a été testé localement du sous-sol à des profondeurs de plus de 1000 m et reste ouvert au sud-est et à l'ouest.

La minéralisation de Kamoia-Kakula diffère des gisements retrouvés dans la région du Lualaba en ce qu'il s'agit principalement de la minéralisation de sulfures située dans l'unité du grand conglomérat (Ki 1.1) à la base du groupe Lower Kundelungu. Contrairement aux gisements voisins de Kolwezi, la minéralisation à Kamoia-Kakula est caractérisée par un manque de cobalt (Schmandt et coll., 2013). Très peu de minéralisation d'oxyde est évidente à Kamoia ou Kakula, probablement en raison des effets de lessivage de l'altération des KPS pyritiques épais recouvrant la zone minéralisée. Près des bords du dôme, où la minéralisation se rapproche de la surface, le lessivage total ou partiel des sulfures de cuivre s'est produit. Des zones relativement étroites latéralement de l'enrichissement des supergènes sont également observées dans ces zones; Cependant, la majeure partie de la minéralisation du cuivre est

l'hypogène. Le changement du supergène à l'hypogène est généralement transitoire, avec une zonation verticale fortement développée évidente dans l'hypogène. Localement il y a la minéralisation de cuivre d'oxyde (malachite) développée en profondeur dans la zone d'hypogène le long des failles et des fractures.

Le modèle génétique développé par Ivanhoe reflète les interprétations modernes pour la formation de la Copperbelt. Pendant la fermeture du bassin et le pliage large, les saumures salines oxydantes ont migré vers le haut par le grès poreux de Roan et le cuivre lessivé. Les saumures rencontrèrent une limite redox à la base d'une diamictite, le grand conglomérat. Au niveau régional, la diamictite du Kundulungu inférieur a formé une limite redox, provoquant la précipitation des minéraux de sulfure de cuivre.

A Kamoia, la diamictite riche en CLAST (Ki-1.2.1) est considérée comme étant seulement faiblement réductrice, et n'héberge donc généralement que de la minéralisation de faible teneur (< 0,5% TCu). Les siltstone intermédiaires (Ki 1.1.1.2) et les diamictites à faible teneur en CLAST (Ki 1.1.1.3) sont considérés comme représentant des horizons nettement mieux réduits et accueillent ainsi la majorité de la zone minéralisée primaire. Certains des intervalles les plus constants et les plus élevés sont recoupés là où la diamictite riche en CLAST est absente, et la diamictite pauvre en CLAST repose directement sur le contact de la Roan.

A Kakula, l'étroit (< 3 m) diamictite riche en CLAST immédiatement au-dessus du contact de Roan n'est que faiblement réducteur et a donc de faibles teneurs en cuivre. Le siltstone basal recouvrant la diamictite riche en CLAST est un réducteur très fort et représente la majorité des très hautes teneurs (> 6% Cu). La continuité latérale de ce réducteur permet la continuité unique des teneurs de 6% TCu à Kakula. La diamictite recouvrant le siltstone basal est pauvre en CLAST et est aussi un bon réducteur; Cependant, il héberge une minéralisation en cuivre de faible qualité par rapport à la pierre de siltstone.

2.2.3.1. Types de dépôts des minerais

- Type Kupferschiefer : les roches hôtes sont des faciès réduits et peuvent inclure la siltstone, le schiste, le grès et la dolomite; ces roches surplomberont généralement des séquences oxydées de roches sédimentaires siliciclastiques continentales, à grains grossiers et à grain d'hématite (lits rouges). Comme les roches hôtes étaient généralement déposées pendant la transgression sur la séquence de lit rouge, ces dépôts ont tendance à avoir des étendues latérales exceptionnelles. Les gisements de Copperbelt centrafricains sont typiques du type Kupferschiefer.
- Rouge-type de lit : roches non-rouges isolées dans les séquences de lit rouge continental. Se produisent typiquement à l'interface entre le rouge (hémolyse-

roulement) et le gris (relativement réduit, couramment la pyrite-roulement) grès, arkose, ou conglomérat. La configuration de la zone minéralisée varie d'une feuille à l'horizontale, avec des dimensions horizontales étendues, aux géométries tabulaires ou à l'avant du rouleau, avec des dimensions horizontales limitées.

- Minéralisation: les gisements sont constitués de zones de sulfures relativement minces (généralement de < 30 m et communément inférieures à 3 m), généralement composées d'hématite – Chalcocite – bornite – chalcopyrite – pyrite. Un certain cuivre natif est également présent dans les zones d'enrichissement en supergène. La galène et la sphalérite peuvent survenir avec la chalcopyrite ou entre les zones de chalcopyrite et de pyrite. Les minéraux sont finement disséminés, Stratabound et stratiformes localement. Framboïdale ou la pyrite colloforme est fréquent. Les minéraux de cuivre remplacent généralement la pyrite et la grappe autour des caillots carbonés ou des fragments.
- Temps de minéralisation: les sulfures et les minéraux non sulfurés associés des roches hôtes dans tous les gisements présentent des textures et des tissus indiquant que tous ont été précipités après le dépôt rocheux de l'hôte. Le moment de la minéralisation par rapport au moment du dépôt de roches-hôtes est variable, et peut avoir lieu relativement tôt dans l'histoire diagénétique des sédiments de l'hôte ou peut s'échelonner très tardivement dans l'histoire diagénétique ou post-diagénétique des roches sédimentaires.
- Transport/voie: porosité dans les roches clastiques, migration ascendante et latérale des fluides; les failles du bassin marginal peuvent être importantes; Brines à basse température; complexes métal – chlorure.
- Dépôt métallique: les métaux ont été déposés de façon caractéristique aux limites redox où des saumures toxiques, dérivées de l'Evaporite, contenant des métaux extraits d'aquifères de lit rouge ont rencontré des conditions réductrices.

2.2.4. Estimation des ressources minérales

La date d'entrée en vigueur de l'estimation des ressources minières pour la mine de Kamoia est le 27 novembre 2017 et la date limite pour les données de forage est le 23 novembre 2015. La faille West Scarp, orientée nord-nord-ouest, présente un décalage vertical important et a été utilisée pour diviser le modèle de ressources minérales de Kakula en deux sections. Le gisement Kakula West est situé à l'ouest de la faille West Scarp et Kakula est situé à l'est de la faille West Scarp. Le modèle de Kakula West a été modélisé à l'aide de données de forage fournies jusqu'au 1er novembre 2018, et Kakula a été modélisé à l'aide de données de forage fournies jusqu'au 26 janvier 2018.

Les ressources minérales totales du Projet Kamoia-Kakula sont résumées dans le tableau 3 en utilisant un seuil de 1,0% TCU, une hauteur verticale minimale de 3 m, et sont déclarées sur une base de 100%.

Tableau n°3. Ressources minérales indiquées et présumées de Kamoia et de Kakula

Dépôt	Catégorie	Tonnes (millions)	Surface (Sq, Km)	Grade cuivre (%)	Epaisseur verticale (m)	Cuivre contenu (Kt)	Cuivre contenu (Billion lba)
Kamoia	Indiquée	739	50,7	2,5	5,5	19,500	43,0
	Inféré	202	19,4	1,85	3,8	3,740	8,2
Kakula	Indiquée	628	21,5	2,72	10,5	17,100	37,6
	Inféré	114	5,9	1,59	6,9	1,810	4,0
Total du projet Kamoia-Kakula	Indiquée	1.387	72,2	2,64	6,9	36,600	80,6
	Inféré	316	25,3	1,76	4,5	5,550	12,2

2.2.4. Plan général de situation des PE

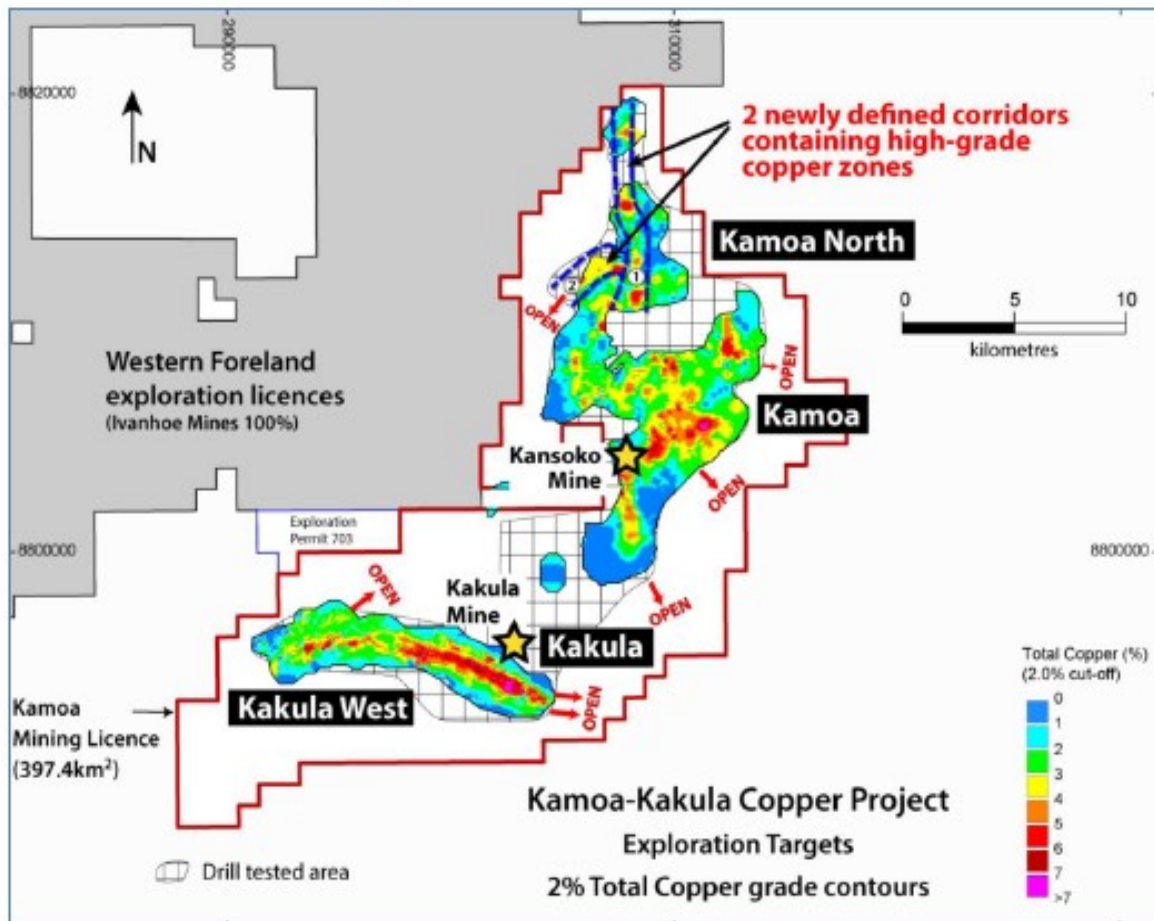


Figure 9: Permis d'exploration de Kamoia-Kakula, montrant les zones de ressources minérales de Kamoia, Kakula et Kakula West, la zone d'exploration de Kamoia Nord et les cibles d'exploration

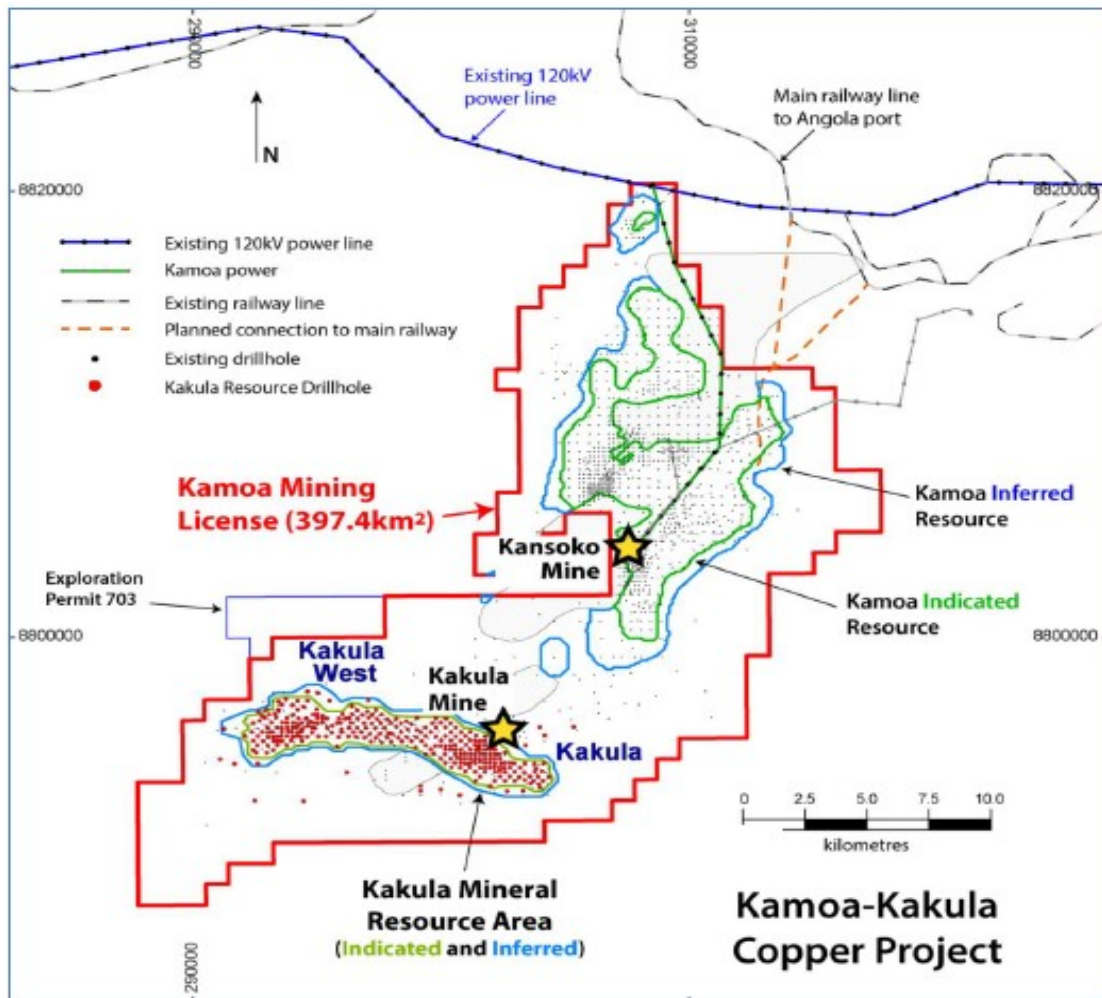


Figure 10: Plan de localisation montrant les grandes lignes du gisement de cuivre Kamo-Kakula indiqué et des ressources minérales présumées

2.2.4.1. La radioactivité du site du projet Kamo-Kakula

Ce point a consisté en une campagne de suivi d'expositions radiologique de l'environnement dans les mines souterraines ainsi que dans différents sites sur l'ensemble du périmètre minier et ses environs avant les opérations minières de Kakula-Kansoko conformément à la législation et à la réglementation spécifique en la matière.

Les particules en suspension dans l'air et certains minéraux des formations géologiques en place ont des propriétés nucléiques (nuclides) et peuvent subir une désintégration spontanée dans laquelle l'énergie est libérée, résultant généralement dans la formation de nouveaux nucléides. Le phénomène est accompagné de l'émission d'un ou de plusieurs types de radiations, comme les particules alpha et/ou Bêta et les rayons X et/ou gamma.

Il s'agira ici d'évaluer la contamination radioactive et non l'irradiation radioactive qui s'exprime en Bq/m³. Cette contamination constitue un risque pour la sante et se calcule en dose équivalente.

Pour la contamination, il est surtout question d'hygiènes : nettoyer les surfaces de travail, éviter de mettre les matières particulaires en suspension, porter des tenues adéquates et confiner et si possible fixer les particules.

2.2.4.1.1. Appareillage

Pour cette étude, un COMPTEUR GEIGER-MULLER model Radex RD1706 a été utilisé à cet effet. Il détecte les particules Bêta et les rayonnements X et Gamma avec une très grande sensibilité. Il compte les particules Bêta et les ionisations créées par les rayonnements X et Gamma pour indiquer la 'quantité d'énergie' transmise à la matière par unité de temps.

L'unité affichée est le micro Rem par heure (mRem/h) ou le micro sievert par heure (uSv/h). Elle correspond à un équivalent de dose reçue par le corps humain pendant une heure.

Le modèle 1706 est l'évolution du RD1503 +, amélioré et modernisé, avec des fonctionnalités complémentaires et des nouveaux logiciels dont le mode de vibration ainsi qu'une alarme sonore (le son du clic). Il affiche la différence entre le débit de dose moyenne et le rayonnement naturel de fond.

2.2.4.1.2. Caractéristiques techniques

Cet appareil dispose des caractéristiques techniques ci-dessous :

- Radiations ionisantes détectées : rayons X, Gamma et particules Bêta ;
- Cycle de mesure rapide : de 1 à 26 secondes ;
- Gamme de mesure débit de dose : 0,05 à 999,0 µSv/h ;
- Gamme de mesure des rayons Gamma (γ) : 0,1 à 1,25 MeV ;
- Gamme de mesure des rayons X : 0,03 à 3,0 MeV ;
- Gamme de mesure des rayons Bêta (β) : 0,25 à 3,5 MeV ;
- Capteurs : double sonde type Geiger-Müller SBM20-1.

Les unités de conversion sont :

- 1 microsievert/hour [µSv/hour] = 8.766 millisievert/year [mSv/year] ;
- 1 microsievert = 0.000001 gray ;
- 1 microsievert/hour = 0.0001 roentgen/hour ;
- 1gray=1J/Kg.

Tableau 4: Evaluation radiologique

N°	Point d'évaluation	Coordonnées		Temps		Irradiation	
		UTM E	UTM N	Date	Heure	débit de dose équivalente absorbée	radio exposition annuelle
						µSv/h	mSv/an
Exposition radiologique des sites à l'intérieur et extérieur du périmètre COMMUNAUTES LOCALES	MULEMENA	289866	8791989	18/06/2019	11H30	0,17	1,49022
	TSHIBUNDJI	290898	8794083	18/06/2019	11H45	0,14	1,22724
	KAVUMA	292653	8795682	18/06/2019	11H54	0,1	0,8766
	CAMP KAKULA DRILING	301262	8795062	18/06/2019	13H07	0,12	1,05192
	KAMISANGE	294111	8795869	18/06/2019	13H38	0,14	1,22724
	MPESE MOYA	297215	8795944	18/06/2019	13H51	0,11	0,96426
	CITE MANSEKA	297806	8796605	18/06/2019	14H00	0,13	1,13958
	SAMUKOKO	299010	8798092	18/06/2019	14H09	0,13	1,13958
	MUVUNDA	302459	8799091	18/06/2019	14H23	0,16	1,40256
	KAPONDA 2	306131	8800644	18/06/2019	14H44	0,15	1,3149
	BOROWPIT (Rivière LULUA)	306434	8801223	18/06/2019	14H52	0,2	1,7532
	KAPONDA 1	306995	8802145	18/06/2019	15H04	0,2	1,7532
ISRAEL	308396	8803062	18/06/2019	15H16	0,14	1,22724	

KAMAKALA	318529	8805846	18/06/2019	15H49	0,12	1,05192
KAKISA	317934	8805467	18/06/2019	15H58	0,09	0,78894
MUSULU	317247	8805340	18/06/2019	16H06	0,12	1,05192
KAKUNTA	316667	8805232	18/06/2019	16H13	0,1	0,8766
MUPENDA 2	315280	8805743	18/06/2019	16H21	0,08	0,70128
MUPENDA 1	314557	8806526	18/06/2019	16H30	0,09	0,78894
MUNDJENDJE	311266	8805016	18/06/2019	16H44	0,11	0,96426
LODORINE	310550	8804923	18/06/2019	16H50	0,2	1,7532
KATAYI	308574	8808567	18/06/2019	17H09	0,16	1,40256
KALUNDU (EXTREME NORD)	308599	8820512	19.06.2019	12H12	0,17	1,49022
KAYA 2	313025	8814322	19.06.2019	12H42	0,09	0,78894
KYAMADINGI	313218	8810756	19.06.2019	13H00	0,14	1,22724
KANGASO	315629	8810083	19.06.2019	13H18	0,14	1,22724
WIRI	314794	8809405	19.06.2019	13H27	0,09	0,78894
MAWAWA	303687	8810114	19.06.2019	14H30	0,15	1,3149
VENANCE	305660	8811745	19.06.2019	15H00	0,11	0,96426
MUZEYA (Produits de foration)	306614	8812191	19.06.2019	15H10	0,19	1,66554
TSHIWISHA	307767	8813665	19.06.2019	15H33	0,19	1,66554

	BENKENE	306763	8814669	19.06.2019	15H58	0,13	1,13958
	KAMOA MISSION	307174	8812976	19.06.2019	16H16	0,16	1,40256
	CITE MUSOKA	307309	8812385	19.06.2019	16H34	0,19	1,66554
	DJOSAYI	309393	8812166	19.06.2019	16H49	0,13	1,13958
	TSHINDITSHINDE	306861	8808677	19.06.2019	17H12	0,14	1,22724
H_T moyenne						0,138333333	1,21263
En mine souterraine	Portail d'entrée Mine 4	305303	8815508	20.06.2019	9H33	0,09	0,78894
	Parking Camp KAMOA	309200	8809309	20.06.2019	11H45	0,11	0,96426
	Stockage des stériles KANSOKO	307891	8804766	20.06.2019	13H09	0,23	2,01618
	Stockage des minerais KANSOKO	307934	8804617	20.06.2019	13H25	0,28	2,45448
	KAMOA PIRITE SULFITE			20.06.2019		0,18	1,57788
	Concentrateur (Aménagements site)	302081	8795882	18/06/2019	10H25	0,21	1,84086
	Trou de ventilation (travaux du site)	301698	8795574	18/06/2019	10H44	0,15	1,3149
	Extrême Ouest à	287815	8792599	18/06/2019	11H20	0,12	1,05192

10m							
Point de stockage des caillaces			20.06.2019	15H02	0,17		1,49022
ENV 3			20.06.2019	15H28	0,1		0,8766
ENV 2	306326	8797650	20.06.2019	15H48	0,14		1,22724
ENV 1	306027	8796119	20.06.2019	16H10	0,16		1,40256
DILUNGU près d'ENV 5	307936	8795191	20.06.2019	16H27	0,09		0,78894
EXTREME SUD 1	296012	8786223	24	10H57	0,12		1,05192
EXTREME SUD 2 (ferme TANDELA)	295058	8786780	24	11H09	0,11		0,96426
SURFACE ENTREE DE LA MINE SUD	300184	8793430	24	12H56	0,14		1,22724
PORTAIL SUD	300184	8793490	24	13H05			0
SITE DES BUREAUX SUD	300379	8793544	24	13H40	0,2		1,7532
CONCASSER SUD	300019	8793610	24	13H49	0,15		1,3149
STOCKAGE STERILE SUD	300368	8793891	24	14H00	0,15		1,3149
PARCKING KAKULA	302960	8795833	24	14H16	0,14		1,22724
STOCKAGE	303182	8796264	24	14H50	0,23		2,01618

	MINERAI KAKULA						
	STOCKAGE STERILE KAKULA	303088	8796544	24	15H01	0,17	1,49022
	SITE EXTERIEUR KAKULA	302822	8795654	24	15H30	0,19	1,66554
	CAMP TRAVAILLEURS KAKULA	303891	8796181	24	15H37	0,18	1,57788
H_T moyenne						0,15875	1,3916025
							0
En mine souterraine KAKAULA	ADRT/TOP ACCESS			25		0,14	1,22724
	ADT04					0,14	1,22724
	AD1					0,21	1,84086
	AD2 31					0,15	1,3149
	AD1/SDT					0,23	2,01618
	AD2/P DRIVER					0,17	1,49022
	SSL					0,11	0,96426
H_T moyenne						0,164285714	1,440128571
En mine souterraine KAKULA SUD	SP1			24	13H15	0,16	1,40256
	FRONT SUD			24	13H20	0,21	1,84086

H_T moyenne						0,185	1,62171
En mine souterraine KANSOKO	Front mine de KANSOKO			20.06.2019	14H05	0,13	1,13958
	XC6-SD SP6			20.06.2019	14H17	0,14	1,22724
	XC4-SD SP4 (groupe et pompe)			20.06.2019	14H29	0,18	1,57788
	Entrée de la mine de KANSOKO			20.06.2019	14H39	0,12	1,05192
H_T moyenne						0,1425	1,249155

Alors que dans la mine, l'exposition radiogénique est due à la minéralisation des roches, nous avons aussi mis en exergue une autre source radioactive allochtone qui est les tas de graviers exportés par EGMF pour les travaux de construction dans les aires d'aménagement d'infrastructures minières. Et au niveau des communautés locales, les valeurs déterminent une origine naturelle.

2.2.4.1.3. Etude radiologique des points d'évaluation

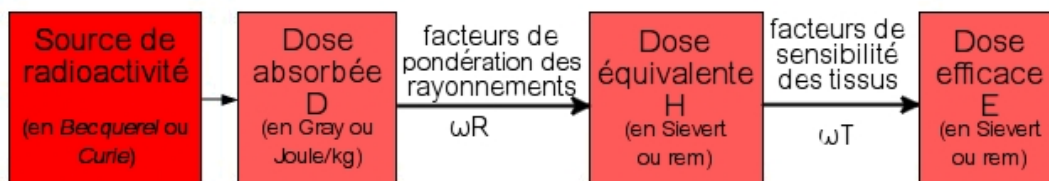
Lors d'une étude radiologique des postes dans les sites miniers, la dose absorbée D, se calcule directement en grays : c'est l'énergie absorbée par unité de masse considérée.

Par rapport à la dose absorbée, la dose efficace E, tient compte de deux facteurs supplémentaires sans dimension (le facteur de pondération du rayonnement w_R et le facteur de pondération tissulaire w_T), qui traduisent l'effet relatif du rayonnement considéré sur l'organe considéré, par rapport à un rayonnement de référence.

Ces deux facteurs de pondérations sont prescrits dans les recommandations 2007 de la Commission internationale de protection radiologique.

Ainsi, les doses efficace E et équivalente H sont différentes des doses absorbées D, puisqu'elles dépendent de la valeur des facteurs w_R et de w_T .

Afin d'éviter tout risque de confusion, on utilise l'unité « gray » ou « joule par kilogramme » pour la dose absorbée D et l'unité « sievert » pour la dose équivalente H ou efficace E.



Dose effective engagée E_T

$$E_T = \sum W_T \cdot H_T$$

Pour des H_T réciproque, les doses effectives engagées sur chacun des tissus et organes humains selon leur lieu d'exposition sont les suivantes dans le tableau ci-dessous :

Tableau n°5. Doses effectives engagées

Tissus et organes	W_t	Communautés locales	Infrastructures minières	KAKULA	KAKULA SUD	KANSOKO
Gonades	0,2	0,027666667	0,03175	0,032857	0,03	0,0285
Moelle osseuse	0,12	0,0166	0,01905	0,019714	0,018	0,0171
Colon	0,12	0,0166	0,01905	0,019714	0,018	0,0171
Poumon	0,12	0,0166	0,01905	0,019714	0,018	0,0171

Estomac	0,12	0,0166	0,01905	0,019714	0,018	0,0171
Vessie	0,05	0,006916667	0,007938	0,008214	0,0075	0,007125
Seins	0,05	0,006916667	0,007938	0,008214	0,0075	0,007125
Foie	0,05	0,006916667	0,007938	0,008214	0,0075	0,007125
Eoesophage	0,05	0,006916667	0,007938	0,008214	0,0075	0,007125
Thyroïde	0,05	0,006916667	0,007938	0,008214	0,0075	0,007125
Peau	0,01	0,001383333	0,001588	0,001643	0,0015	0,001425
Surface osseuse	0,01	0,001383333	0,001588	0,001643	0,0015	0,001425
Autres	0,05	0,006916667	0,007938	0,008214	0,0075	0,007125
	1	0,138333333	0,15875	0,164286	0,15	0,1425

Ces résultats d'expositions radiogénique nous montrent qu'à Kakula, une dose effective de 0.164286 μSv , suivi de Kakula sud (0,15 μSv), puis de zone d'aménagement d'infrastructures (0,15875 μSv), ensuite de Kansoko (0,1425 μSv) et enfin au niveau des communautés locales (0,13833333 μSv).



Photo 8: La prise de la radioactivité dans la mine de Kakula

2.2.5. Durée de vie

Une réserve minérale probable d'environ 125,2 Mt de talus à 3,81% de Cu a été définie dans plusieurs zones minières pour soutenir un taux de 6 MTPA sur une durée de vie de 26 ans. Ces zones minéralisées se trouvent à des profondeurs variant d'environ 60 m à 1235 m. L'accès à la mine se fera par des galeries jumelles.

2.3. De l'extraction du minerai

2.3.1. La capacité moyenne et nominale d'extraction

Le calendrier de développement est axé sur la mise en place des services miniers et de l'infrastructure d'appui nécessaires à la mise en place des zones d'exploitation minière de production initiale et à l'accélération de la production de minerai à 6 Mtpa et des déchets de développement associés. Le calendrier de production complet sera basé sur un calendrier de 360 jours qui sera maintenu pendant 17 ans avec une durée de vie de 26 ans. Les critères suivants ont été établis pour la ressource ciblée, afin de répondre aux exigences de tonnage globales du gisement de KAMCO. Le tableau 6 détaille les tonnages annuels ciblés pour les besoins de production globaux permettant d'atteindre le taux de production de 6 Mtpa.

Tableau 6: Programme de Production/Critère

Critère	Détails	
Initial et montée en puissance	10,9 Mt	
Production total	6Mtpa	
Extraction/récupération	75%	
Programme de production	Année	Tonnes
Production initiale de la mine (2021)	1	200.000
La montée en puissance (2922)	1	1.200.000
La montée en puissance (2923)	1	2.000.000
La montée en puissance (2924)	1	3.000.000
La montée en puissance (2925)	1	4.500.000
Production totale	17	102.00.000
Production (avant la réduction)	22	112.900.000

La production totale de 6 Mtpa est de 17 ans et diminue progressivement à mesure que la réserve s'épuise. Les panels ont été programmés de manière à obtenir une valeur NSR plus élevée plus tôt dans le projet

2.3.2. L'emplacement des travaux d'extraction

Les emplacements des travaux d'extraction sont repris en annexe de la présente étude.

2.3.3. Les méthodes d'extractions considérées

Les méthodes d'extraction du minerai du projet KAMCO à utiliser sont l'extraction par chambres et piliers et l'extraction par dérive et remblayage. La méthode d'exploitation par chambres et piliers n'est prévue que pour une petite zone adjacente à l'infrastructure associée à l'accès nord au gisement, comme le montre la figure 11.

Ces zones minéralisées se trouvent à des profondeurs variant d'environ 60 m à 1235 m. L'accès à la mine se fera par des galeries jumelles. Les diminutions principales et les augmentations de ventilation sont indiquées dans la figure 11. L'exploitation minière sera effectuée à l'aide de la méthode d'extraction de la pièce et du pilier dans la zone minéralisée entre 60 et 150 m et de la salle de convergence contrôlée et du pilier pour les zones minéralisées inférieures à 150 m.

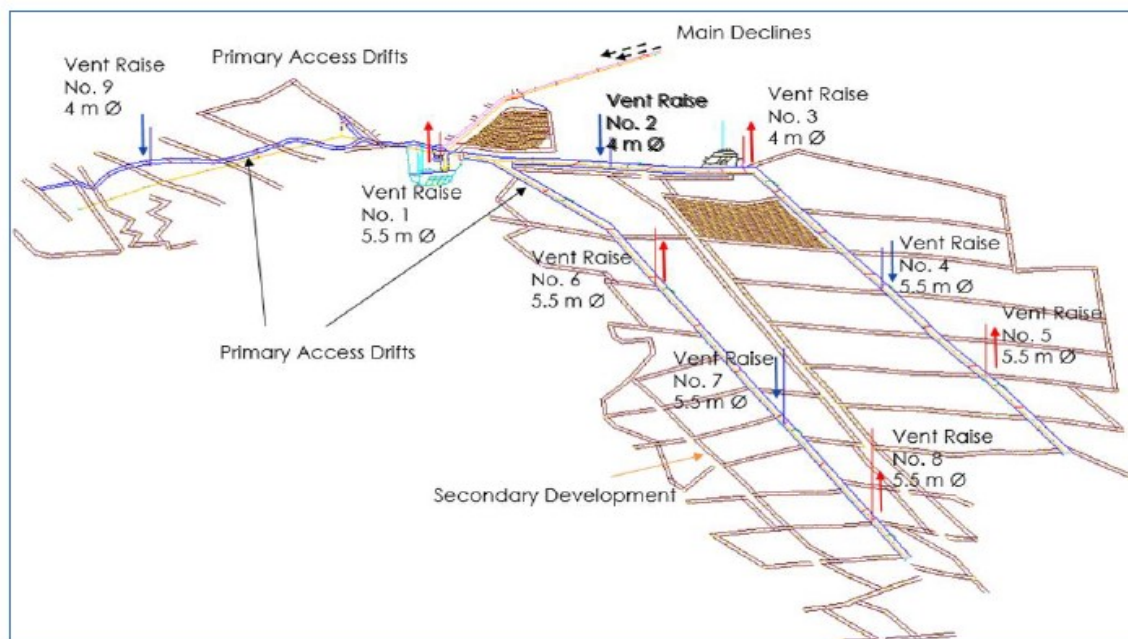


Figure 11: Accès et ventilation de la mine de Kansoko

La méthode de la chambre et du pilier sera utilisée dans la zone minéralisée entre 60 et 150 m, afin de minimiser le risque de subsidence de la surface. La poursuite de l'exploitation minière au-dessous de 150 m est nécessaire dans certaines zones pour la montée en production. Un panneau de contrôle de la chambre et du pilier de la convergence contrôlée sera complété avant que des panneaux supplémentaires de la salle et du pilier de convergence contrôlée ne soient approuvés pour l'exploitation minière.

Le développement de la production de la méthode de la chambre et du pilier sera d'une manière semblable à la grille, en utilisant des dérives de 7,0 m de large. Les dimensions des panneaux ont été définies selon les mêmes critères que la méthode de la chambre et du pilier de convergence contrôlée, comme indiqué ci-dessous. Le développement de la chambre sera parallèle au mur du panneau pour les trempettes inférieures à 20 °C, avec des entraînements à courroie fonctionnant à un angle aigu

des dérives de la chambre, pour s'assurer que le degré des dérives de production reste à un maximum de 12°. Lorsque la trempette est supérieure à 20°, les chambres seront développées légèrement au large du mur, pour accueillir l'angle entre le développement de la chambre et les entraînements par courroie. Une stabilité à long terme est nécessaire dans les zones minières de la chambre et du pilier pour permettre l'accès en cours de production, car le front minier commence à l'accès et progresse vers les extrémités du panneau.

Ces zones minières de la chambre et de pilier, conçues pour empêcher l'effondrement, resteront accessibles si elles sont maintenues et ventilées.

L'extraction contrôlée de la chambre et du pilier de la convergence est basée sur les paramètres de résistance et de déformation de la roche qui composent le panneau minier supportant le pilier ou les piliers technologiques et comprend les paramètres suivants:

- Profondeurs des zones minéralisées inférieures à 150 m ;
- Résistance du toit immédiat (c.-à-d. bourrage du toit et manipulation de la menace d'éclatement de la roche) ;
- Paramètres de résistance et de déformation des roches dans le toit du panneau d'extraction (c.-à-d. la flexion lente au-dessus de l'espace d'extraction et dans le fonctionnement) ;
- Piliers technologiques (piliers entre pièces) conçus pour fonctionner dans l'état de résistance post-destruction pour maximiser l'extraction du minerai.

Le calendrier de développement met l'accent sur la mise en place de services miniers et d'infrastructures de soutien nécessaires pour établir les zones minières de production initiales et pour accélérer la production de 6 MTPA et les déchets de développement associés. Le calendrier de production complet sera basé sur un calendrier de 360 jours qui sera maintenu pendant 17 ans avec un LOM de 26 ans.

Le développement minier est divisé en trois phases principales:

- Phase 1: développement du déclin des bacs de minerai principaux ;
- Phase 2: panneau d'essai de la salle et du pilier et de la convergence contrôlée ;
- Phase 3: développement de centrale et du Sud.

A la mine de Kansoko, l'extraction du minerai sera contrôlée par la méthode de chambre et pilier de convergence.

A la mine de Kakula Ouest, il y a une combinaison de la méthode de dérive et remblai et de convergence contrôlée chambre et pilier. La sélection de la méthode minière a été dictée par la hauteur et la trempette des mines. La méthode de convergence contrôlée chambre et pilier a été choisie pour des hauteurs supérieures à 3 m et inférieures à 6 m, et trempette à moins de 25 °. La dérive et le remplissage avec le remplissage du minerai ont été sélectionnés pour des hauteurs supérieures à 6 m. La méthode de remplissage du minerai et de la dérive a également été choisie

pour des hauteurs supérieures à 3 m et inférieures à 6 m, et une trempette supérieure à 25°. Dans les mines du Nord de Kamoia, la méthode minière choisie est la convergence contrôlée chambre et pilier.

Pour la mine de Kakula où la production commencera, la majorité des activités minières se feront à la dérive. Un bloc minier typique avec des galeries de production perpendiculaires à la galerie de connexion aura une largeur de 216 m. Il n'y aura pas de piliers barrière nécessaires entre les blocs. La largeur du corps minéralisé déterminera la longueur maximale du bloc minier. Les formes des sections transversales des galeries de production seront constituées de parois verticales et la largeur du mur de suspension ne dépassera pas 6 m. La hauteur d'extraction minimale sera de 2,5 m (3 m mesurés sur l'axe central). La hauteur d'extraction maximale sera de 6 m, mesurée sur l'axe central. Chaque bloc minier sera composé de 3 unités minières. Chaque unité minière comprendra 4 rubriques primaires, 4 divisions secondaires et 4 divisions tertiaires. Pour les creux inférieurs à 12°C, les galeries et les coupes transversales seront orientées perpendiculairement. Pour les dépôts à forte inclinaison (supérieurs à 12°), les coupes transversales seront inclinées de manière à ce que la pente d'inclinaison de développement ne dépasse pas sa limite maximale (12 °).

2.3.3.1. Propriétés du minerai et des stériles

Le gisement Kakula est un grand gisement de cuivre stratiforme, typique des gisements sédimentés. Il est tabulaire, avec des creux variant de 0 ° à 58 ° et des épaisseurs variant de 3 m à 18 m. La densité de la zone minéralisée a été définie comme utilisant une limite de 3% de TCu. Le facteur de gonflement pour le développement est de 50%.

Le tableau 7 détaille les paramètres d'ingénierie géologique du minerai et des stériles environnants du gisement Kakula.

Tableau 7: Masse volumique/in situ par zone

Masse volumique/in situ	Min (t/m ³)	Max (t/m ³)	Moyenne (t/m ³)
Minerai	2,27	3,23	2,81
Mur suspendu	2,39	3,18	2,80
Mur de fond	2,21	3,04	2,67

2.3.3.2. Les caractéristiques des chambres et des piliers

Les chambres de descente et souterraines seront protégées l'aide de piliers de protection de 20 m situés de part et d'autre de la rangée de dépressions et de chambres souterraines où les travaux sont moins profonds que 600 m. La largeur de ce pilier augmentera jusqu'à 40 m pour les profondeurs inférieures à 600 m. Les figures 16.10 et 16.11 montrent les piliers de protection contre les baisses de pendage minier <12 ° et 13 ° à 16 °, respectivement.

Les chambres et les piliers seront utilisés jusqu'à une profondeur de 150 m afin de limiter les risques d'affaissement.

Les exigences relatives à la taille des piliers de protection ont été déterminées pour différents creux et profondeurs et sont repris dans le tableau ci-dessous.

Tableau 8: Exigences des piliers de protection contre la dérive de connexion

Profondeur (m)	Longueur du plan de pilier					
	0 ⁰ -12 ⁰	12 ⁰ -16 ⁰	17 ⁰ -20 ⁰	21 ⁰ -25 ⁰	26 ⁰ -30 ⁰	31 ⁰ -35 ⁰
400	20	28	34	29	30	37
600	25	33	39	34	38	42
800	30	38	44	39	43	47
1000	35	43	49	44	48	52

Les scénarios illustrés à la fois dans les figures ci-dessous montrent que l'exploitation minière progresse vers le déclin et qu'il s'agit en fait d'une méthode d'extraction en retrait. Le développement secondaire n'est requis que devant les façades minières et ne devrait pas être requis dans les zones arrières où la salle et le pilier de convergence contrôlés se sont produits peut alors en conclure que les voies d'accès sont correctement protégées.

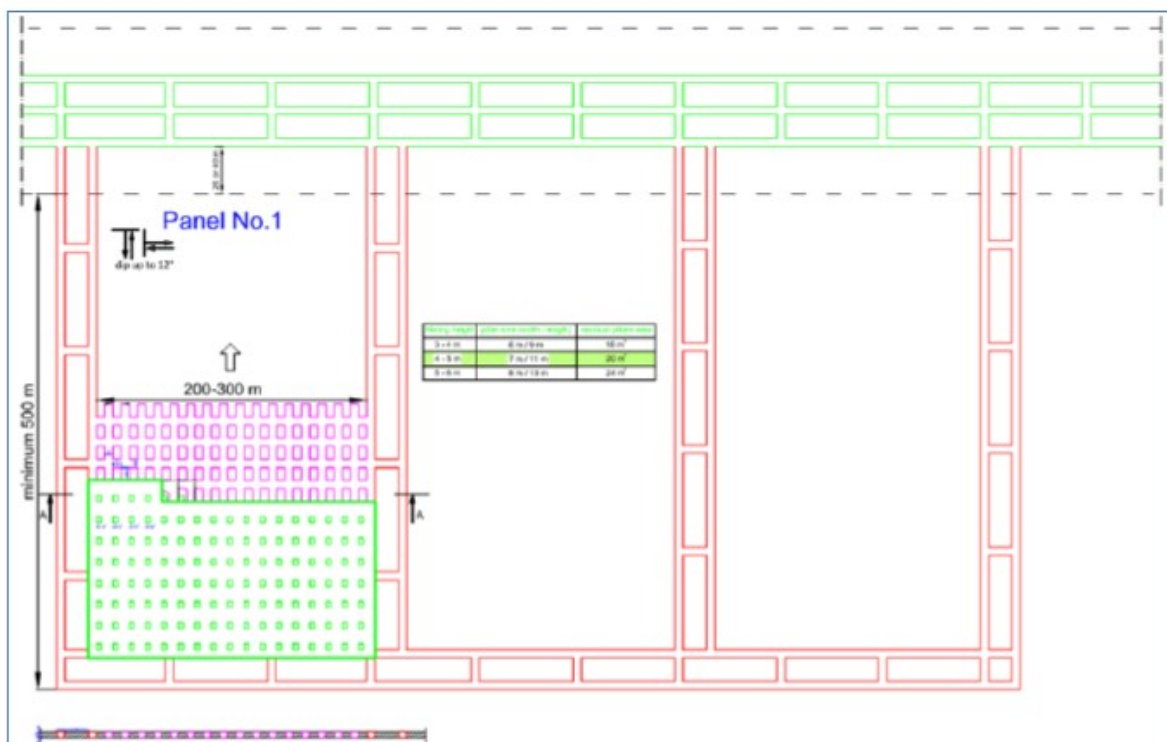


Figure 12: Méthode d'extraction contrôlée des convergences et des piliers et méthode de la granularité pour un dépôt de dépôt allant jusqu'à 120

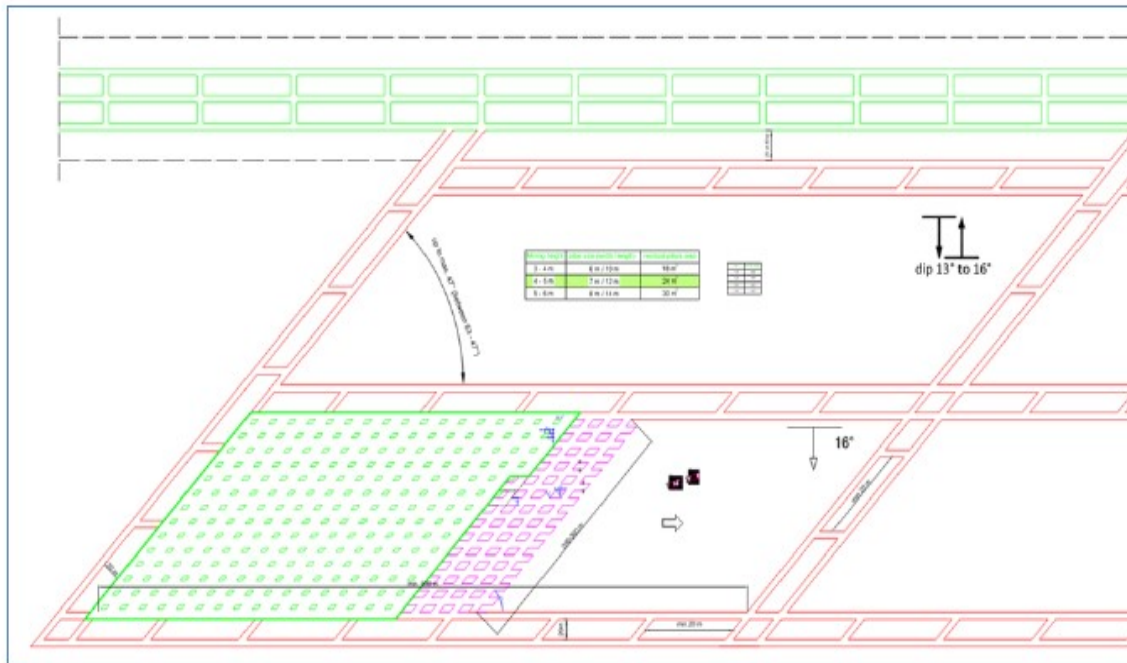


Figure 13: Convergence et géométrie de convergence contrôlées pour un dépôt avec un angle d'inclinaison de 130 à 160

2.3.4. Les types, nombre d'équipement et de matériels à utiliser

Les équipements requis pour chacun des sites miniers peuvent être regroupés en deux catégories : les équipements fixes et les équipements mobiles. Les exigences en matière d'équipements sont estimées à un niveau conceptuel, prenant en compte les composantes majeures nécessaires pour respecter les calendriers combinés de développement et de production du Projet, en plus des besoins en équipements pour les sections d'exploitation individuelles.

Le type et la quantité d'équipements et de matériels utilisés pour les opérations du Projet sont indiqués aux tableaux ci-dessous avec des exemples repris sur les photos 8, 9 et 10 ci-dessous. Les exigences de ventilation pour exploiter ce parc d'équipements dépassent la capacité de ventilation des galeries d'accès inclinées. En raison de cette contrainte, le plan prévoit plusieurs puits de prise et d'évacuation d'air dans chacune des sections d'exploitation.

Tableau 9: Exemples d'équipements miniers fixes pour chaque opération minière

Manutention des matières	Equipements de manutention de l'eau
Joy BF – 38 (interrupteur d'alimentation)	Pompes submersibles électriques avec réservoir sur patins
Courroies transporteuses pour le minerai, environ 20 Km pour chacun des mines	Pompes à vis verticale, 10 KW
-	Pompes à eau sale, Warman C5, 110 KW
-	Pompes multicellulaires
	Génériques (réservoir d'eau potable 10.000 litres/2642)

	gallons
Équipements pour le béton projeté	Atelier souterrain
Poste doseur et équipements connexes	Équipements et outils – atelier souterrain
–	Pont roulant – atelier, 25 t
Équipements de ventilation	Pont roulant – atelier, 10 t
8 x Ventilateurs de galerie, de marque Spendrup– 550 kW	–
Ventilateur de l'atelier souterrain, 2 m de diamètre, 75 kW	Stockage du diesel et des lubrifiants
	Réservoirs de stockage du diesel conteneurisés, 7 x72 000 litres
Usine de réfrigération et refroidisseur d'air en vrac	Réservoirs de stockage de l'huile + réservoir des eaux usées, 10 000 litres, 2 x 6 500 litres
Compresseur centrifuge R134a	Bacs à graisses
Tour de refroidissement à condensation – de type à contre-courant	-
Refroidisseur d'air en vrac avec ventilateurs aspirants de 90 kW	Sécurité et autres
Tour de refroidissement	Porte coupe-feu (atelier)
–	Équipements des bureaux de surface
Équipements électriques	Perceuses à main (construction et réparations)
Poste électrique souterrain principal	Chambres de refuge portables (pour les entrepreneurs, puis les propriétaires du Projet)
Poste électrique de surface principal	Chambres de refuge portables (pour le personnel du propriétaire)
Poste électrique – ventilateur de puits de ventilation principal	Matériel de sauvetage minier
Centre de contrôle des moteurs (postes de pompage)	Appareil d'essai du matériel de sauvetage minier
Centre de contrôle des moteurs (équipes de travail / formation)	Fournitures diverses de sauvetage minier
Réservoirs à émulsion souterrains	Chambres de refuge portables (pour le personnel du propriétaire)
Génératrice d'appoint, 1 x 33 kV	Infrastructure sanitaire – 1 pour tous les 10 travailleurs.
–	Unité de service pour infrastructures sanitaires (camion à flèche)
Atelier pour équipements miniers lourds	Lampes de casque
E. Grue monorail d'atelier, 20 t	Chargeurs de lampe de casque (pour 30 lampes)
E. Grue à flèche d'atelier, 10 t	Appareils autosauveteurs (achat initial)
–	Matériel de premiers soins divers
Compresseurs d'air	Système à gaz malodorant
Compresseurs d'air, 2 x 795 pieds-cubes par minute	Équipements de relevé de station totale
–	Équipements de communication

Tableau 10: Équipements mobiles (quantités maximales pour les opérations minières combinées)

Équipements mobiles	Quantité maximale
Équipements de développement de mine	
Chargeurs-transporteurs	12
Engins « jumbo » à deux flèches	8
Camions à benne (51 t)	8
Boulonneuses	8
Boulonneuses à câble	4
Chargeurs d'explosifs	8
Véhicules de transport du personnel (28 personnes)	4
Véhicules utilitaires – 4 roues motrices	6
Véhicules utilitaires – transport des explosifs	4
Camions à élévateur à ciseaux – construction	4
Niveleuse	4
Gunitreuse	4
Total	74
Équipements d'exploitation minière	
Chargeurs-transporteurs (17 t)	10
Engins « jumbo » à deux flèches	12
Camions à benne (51 t)	8
Boulonneuses	12
Véhicules de transport du personnel (28 personnes)	8
Chargeurs d'explosifs	10
Véhicules utilitaires – 4 roues motrices	8
Véhicules utilitaires – transport des explosifs	4
Total	72

Quelques images des équipements utilisés sur le site de Kamoa Copper SA :



Photo 9: Benne, chargeuse, pelle et camion-citerne



Photo 10: Chargeuses et niveleuse à chaînes et foreuse pour la mine souterraine



Photo 11: Le jumbo pour le forage dans la mine et Emilia pour le forage carottant en surface

2.3.4.1. Plan de minage

Calendrier de minage souterrain

La conception des opérations de forage et de dynamitage utilisées avec la méthode des chambres et piliers a été soigneusement étudiée pour chacune des mines ; elle est basée sur un schéma de trous de forage qui intègre les résultats des études géotechniques préliminaires. La conception générale suppose que le nombre de trous de soufflage et la longueur ronde permettront d'atteindre la fragmentation souhaitée. Les paramètres de conception des opérations de forage et de dynamitage sont présentés au tableau 11 (développement primaire des galeries) et au tableau n°12 (production) ci-dessous.

Des engins « jumbo » à deux flèches seront utilisés pour tous les forages de développement et de production. On prévoit deux opérations de minage de production par jour, au moment du changement de quart ; les minages de développement pourront avoir lieu à tout moment.

Tableau 11: Conception du forage et du dynamitage pour les galeries primaires (6,5 m de hauteur x 5,5 m de largeur)

Paramètre	Galerie primaire
Diamètre des trous de forage	48,0 mm
Longueur de l'enlevure	4,27 mm
Nombre de trous dans l'enlevure	99
Type d'explosif	Émulsion
Facteur de poudre	2,92/kg m ³

Tableau 12: Conception du forage et du dynamitage de production (5 m de hauteur x 8 m de largeur)

Paramètre	Galerie primaire
Diamètre des trous de forage	48,0 mm
Longueur de l'enlevure	4,27 mm
Nombre de trous dans l'enlevure	111
Type d'explosif	Émulsion
Facteur de poudre	2,94/kg m ³

2.3.5. Le volume du mort-terrain à déplacer

Au cours des premières années d'exploitation à chacun des sites miniers, ou encore lorsque des emplacements adéquats ne seront pas disponibles en souterrain, de petites quantités de rejets pourraient être entreposées dans des décharges situées près des portails d'accès de chaque mine. Il est à noter que de façon générale, seuls les portails d'accès, les galeries d'accès inclinées et les puits de ventilation génèrent des rejets, soit des quantités modestes estimées à 500 000 m³ pour Kansoko et 200 000 m³ pour Kakula. Une petite quantité (60 000 kT) de roches acides était générée par les travaux de développement des galeries inclinées de Kansoko ; ces roches acides ont fait l'objet d'un entreposage spécifique, puis d'un encapsulage pour minimiser tout risque.

Les roches stériles sont utilisées comme agrégats (aménagement de routes et travaux de terrassement des usines de traitement) ainsi que pour la construction de l'infrastructure d'entreposage des rejets. Tout surplus de stériles demeurera en souterrain et servira, au besoin, à des opérations de remblayage ou encore à la construction de barrières de contrôle de la ventilation.

2.4. Des méthodes de traitement du minerai

Les opérations de traitement comporteront un concentrateur à la mine de Kakula de 6 Mtpa de minerai afin de produire des concentrés, une fonderie qui entrera en jeu dans la deuxième phase pour produire le cuivre blister.

Pour la concentration du minerai, les composantes suivantes seront installées sur le site de Kakula :

- Concassage : Un circuit de concassage à deux étapes alimentera la pile de stockage primaire destinée à l'alimentation de l'infrastructure de broyage ;
- Broyage : Broyeurs à boulets primaires et secondaires exploités en circuit fermé avec des hydrocyclones et des broyeurs finisseurs; et
- Infrastructure de flottation comprenant :
 - Dégrossisseurs primaires et secondaires avec broyeurs de finition pour les concentrés provenant des dégrossisseurs primaires et secondaires ;
 - Circuit de flottation de lavage ;
 - Épaississeur de concentré
 - Épaississeur, puis évacuation des rejets (rejets du concentrateur) ; et
 - Infrastructure de stockage de réactifs d'appoint.

L'eau sera enlevée des concentrés en utilisant une combinaison d'épaississeurs et de filtres ; les concentrés seront par la suite mis ensemble dans un dispositif d'entreposage dédié (pendant deux semaines) aux fins de transport et de commercialisation.

2.4.1. La réduction granulométrique du minerai

Les matières minéralisées provenant des sites miniers de Kamoia - Kakula seront transportées vers la surface, par le portail d'accès, au moyen d'un convoyeur incliné. Un empileur axial permettra le stockage des matières tout-venant dans une pile d'appoint ou encore l'alimentation directe, par voie de convoyeur, des piles tout-venant des usines de concentration:

Les piles d'appoint situées à chacun des portails d'accès sont nécessaires pour assurer la continuité des opérations minières si des équipements vers les piles de matières tout-venant des infrastructures de traitement n'étaient pas disponibles. Une capacité maximale de 16 heures est envisagée pour les piles d'appoint de matières tout-venant installées à chacun des portails d'accès. Les matières de ces piles d'appoint pourront être reprises et remises sur les convoyeurs de transport au moyen de chargeuses frontales. Si un stockage supplémentaire est nécessaire, les matières peuvent être transportées depuis les piles d'appoint vers la zone d'empilage stratégique à chacun des portails d'accès.

Des piles de stockage stratégiques d'environ 1,0 - 1,5 million de tonnes (Mt) seront nécessaires à proximité de chacun des portails d'accès pour les besoins de la production initiale, qui devrait débuter de 12 à 18 mois avant la mise en service des

concentrateurs. Au total, environ 2,0 - 3,0 Mt de matières tout-venant seront entreposées aux portails d'accès de Kansoko et Kakula, devant servir de stockage stratégique. Des systèmes d'alimentation sont prévus le long des convoyeurs transportant les matières des mines pour permettre de charger les matières des piles d'appoint lorsque cela sera nécessaire.

Un système de convoyage des matières tout-venant sera installé entre le portail d'accès de Kakula et la pile de stockage des matières tout-venant du concentrateur de 6 Mtpa de Kakula. Un système de convoyage des matières tout-venant sera également installé entre le portail d'accès de Kansoko et la pile de stockage des matières tout-venant qui sera alimenter au concentrateur de Kakula via une bande transporteuse qui partira de la mine de Kansoko au concentrateur de Kakula.

Ces systèmes de convoyage seront dimensionnés en fonction d'une pleine production aux sites de Kakula et Kansoko respectivement.

Trois alimentateurs à tablier, à vitesse variable, seront prévus pour récupérer le minerai des piles de stockage et alimenter le concasseur primaire. Le minerai tout-venant passera par des cribles primaires de haute résistance de 50 mm à chacun des sites. Les matières interceptées seront dirigées vers l'infrastructure de concassage primaire ; les autres matières seront directement transportées au concasseur secondaire.

2.4.1.1. Broyage primaire et secondaire

a. Broyage primaire

Le minerai concassé (-12 mm) alimente des broyeurs à boulets (chaque site minier disposera d'un broyeur d'écoulement, d'un diamètre de 22 pieds x 36 pieds de longueur de broyage effective, pour chacun des concentrateurs de 4 Mtpa). Le broyeur à boulets primaire est conçu pour les composants de broyage grossiers et réduira le minerai à environ P80 de 75 µm, autrement dit 80% de 75 µm passant.

Les broyeurs fonctionnent en circuit fermé avec des hydrocyclones qui ont une capacité de recirculation nominale de 250% (conception 300%). La surverse des cyclones (P80 de 75 µm, autrement dit 80% de 75 µm passant) gravite jusqu'au bac tampon d'alimentation des cellules de dégrossissage primaires d'une densité de pulpe d'environ 30% solides, équivalente à 1,3 tonne par mètre cube. Un dispersant est ajouté au flux venant broyeur à boulets primaire.

b. Broyage secondaire

Les rejets du dégrossissage primaire sont pompés vers les broyeurs à boulets secondaires (chaque site minier sera équipé d'un broyeur à boulets secondaire est doté d'un broyeur d'écoulement de 22 pieds de diamètre x 36 pieds de longueur de broyage effectif, 8,8 MW de puissance installée.

Les broyeurs fonctionnent en circuit fermé, avec des hydrocyclones ayant une capacité de recirculation nominale de 250% (conception 300%). La surverse des cyclones (P80 de 53 µm, autrement dit 80% de 45 µm passant) gravite jusqu'au bac tampon d'alimentation des cellules de dégrossissage secondaires d'une densité de pulpe d'environ 30% solides, équivalente à 1,3 tonne par mètre cube.

c. Charge broyante primaire et secondaire

La charge broyante utilisée pour tous les broyeurs consiste en boulets faits d'acier à forte teneur en chrome. Il faut noter que les boulets des broyeurs secondaires seront de plus petit diamètre que les boulets des broyeurs primaires. Des boulets d'acier seront ajoutés aux deux broyeurs au moyen d'un arrangement de bennes, d'aimants et de treuil. Il s'agira d'une opération semi-automatique ; des boulets d'acier seront ajoutés selon le besoin.

Les pertes des circuits de broyage respectifs seront dirigées vers les bennes de rejets correspondantes. Les boulets cassés ou usés de tous les broyeurs, généralement des charges broyantes usées et une petite quantité de particules de roches surdimensionnées, seront évacués vers des bennes, puis retirés du circuit.

2.4.2. La concentration du minerai

Le concentrateur de Kakula comprendra les composantes suivantes :

- Un circuit de flottation comprenant des cellules dégrossisseuses et épulseuses (avec un broyeur finisseur entre les étapes des cellules dégrossisseuses et épulseuses). Différents réactifs chimiques seront ajoutés au minerai broyé pour que les minéraux renfermant du cuivre se fixent à des bulles d'air dans les cellules de flottation ; ces bulles flottent jusqu'à la surface, puis les minéraux sont retirés pour former le concentré de cuivre ;
- Broyeurs finisseurs du concentrateur, comprenant un broyeur de finition du concentré de dégrossissage et un broyeur de finition d'épuleuse ;
- Circuit de lavage comprenant des cellules de lavage, des cellules de lavage d'épuleuse et des cellules de relavage. Le circuit de lavage comprend deux étapes de broyage de finition ; et
- Circuit d'épaississement du concentré, comprenant un épaisseur et un filtre pour produire un concentré final. Le concentrateur comprendra un dispositif en matière plastique pour des infrastructures de concentration.

Les rejets générés par le concentrateur sous la forme de rejets dérivés des rejets d'épuleuse, et plusieurs flux non flottants du circuit de lavage d'épuleuse, seront dirigés vers l'épaisseur de rejets final avant d'être pompés vers l'infrastructure d'entreposage des rejets.

2.4.2.1. Le circuit de flottation

Les essais de laboratoire de la flottation sur des échantillons composites des minerais ont donné une récupération finale de 85,6% Cu, tout en produisant un produit concentré de 57,3% Cu et 12,6% de SiO₂. Cette récupération est similaire à la récupération obtenue dans les tests de base, cependant, une amélioration sur les grades de Cu et de SiO₂ a été faite. Le flow sheet ci-dessous indique une illustration de la feuille de flottation finale du traitement des minerais de Kakula

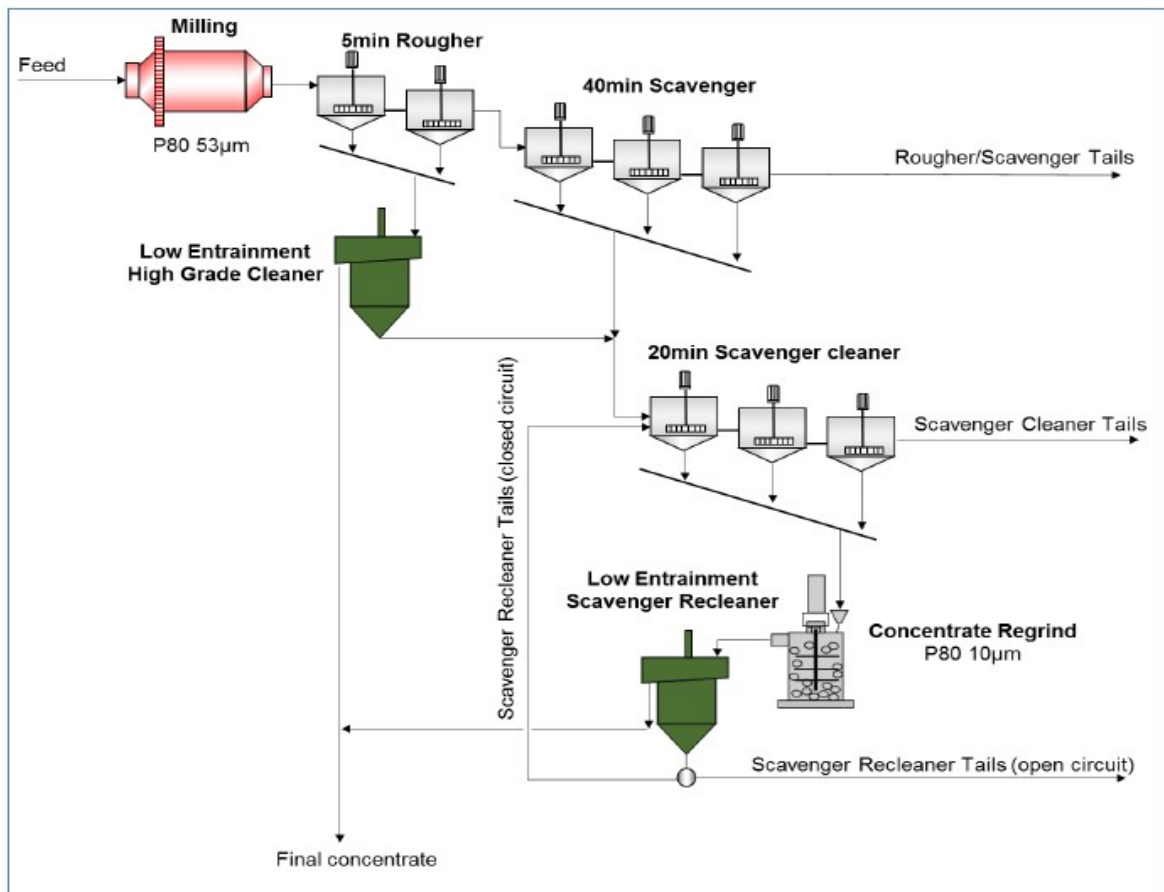


Figure 14: Le flow sheet indiquant une illustration de la feuille de flottation finale du traitement des minerais de Kakula

2.4.2.2. La production du cuivre métal

Dans la deuxième phase du projet qui consistera à la production du Cuivre Blister et qui fera l'objet de la révision de la présente EIES/PGES, le concentré sera acheminé depuis le complexe du concentrateur adjacent vers un hangar de stockage des concentrés situé dans le complexe de la fonderie. La pyrométallurgie sera utilisée, et le procédé de fusion utilisera la technologie de Fusion Directe au souffleur, qui a fait ses preuves pour le traitement de concentrés de cuivre à haute teneur en cuivre et à faible teneur en soufre similaires. Le concentré de cuivre sera d'abord séché dans un séchoir à vapeur avant d'être oxydé avec de l'air enrichi d'oxygène dans le puits de réaction de la fusion directe au souffleur afin de produire du cuivre blister et des gaz dégagés de SO₂ dans un procédé de fusion éclair en une étape. Les gaz dégagés

chargés de SO₂ seront dépoussiérés et envoyés à une usine d'acide sulfurique à double contact et à double adsorption pour la production d'acide à haute résistance, qui sera vendue sur le marché local. Le cuivre est extrait du laitier de la fusion directe au souffleur lors d'un nettoyage électrique en aval du laitier par réduction au coke métallurgique pour produire du cuivre blister. Les scories de four électrique contenant encore jusqu'à 4% de cuivre seront refroidies, concassées et envoyées dans une usine de flottation des scories afin de récupérer le cuivre résiduel, sous forme de concentré, qui sera ensuite renvoyé dans le hangar de stockage contrôlé et mélangé avec du concentré frais. Les résidus de flottation contenant environ 0,5% de Cu seront rejetés dans le TSF.

La fonderie est conçue pour traiter un concentré de 1000 ktpa, produisant jusqu'à 467 ktpa de cuivre blister et une moyenne de 710 ktpa d'acide sulfurique à haute pureté. Le schéma de principe du processus de la fusion directe au souffleur est présenté à la figure 15 ci-dessous.

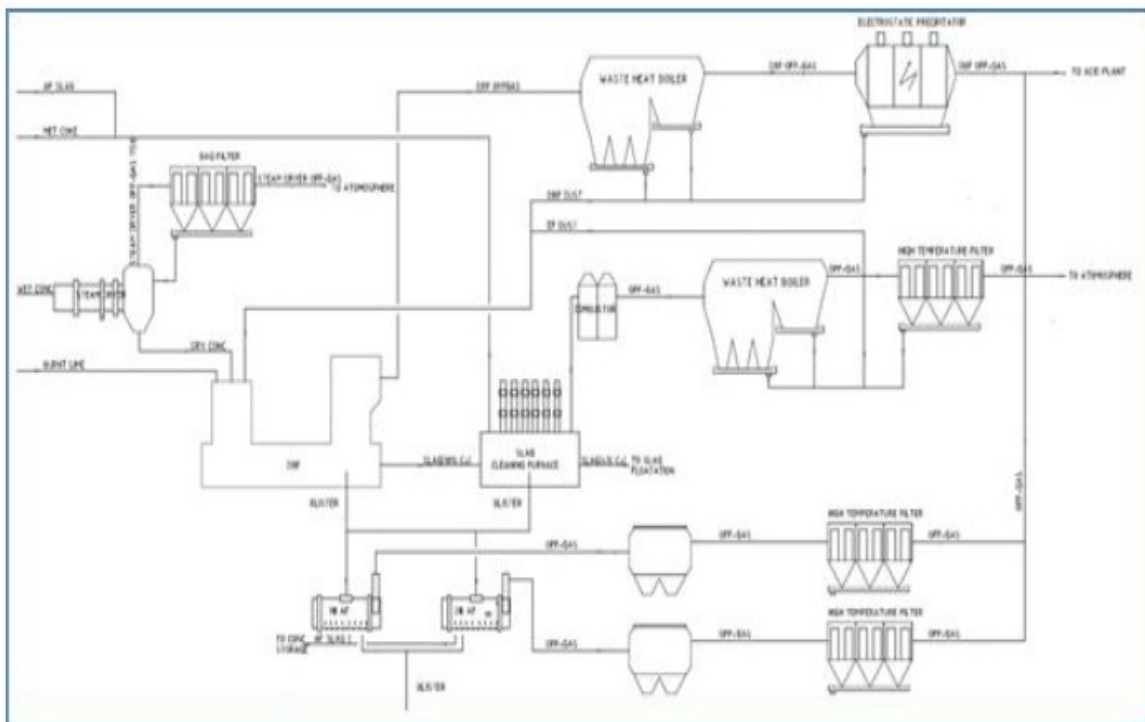


Figure 15: Le flow sheet de production du métal

2.4.2.3. Réactifs et services divers

Des dispositions seront prises pour le mélange et l'approvisionnement des réactifs nécessaires pour la flottation au niveau du concentrateur de Kakula. Des pompes péristaltiques individuelles, avec canalisations, seront installées pour chaque point d'ajout de chaque réactif.

De l'eau brute provenant de trous de forage locaux ou de sources en surface sera recueillie et entreposée dans un barrage d'eau brute. Des usines de filtration et de traitement produiront une gamme de qualités d'eau, tel que requis pour l'eau potable, l'eau d'étanchéité des pompes, l'eau de granulation et l'eau de traitement. Des systèmes de distribution pour chaque type d'eau sont prévus, assurant des quantités suffisantes, à la pression requise.

Des souffleries dédiées fourniront l'air d'admission aux cellules de flottation. De l'air comprimé sera fourni et distribué, pour l'usage général de l'usine et des filtres-presses. Une alimentation en air sec (point de rosée <0 °C) sera disponible pour les instruments et valves actionnés à l'air.

2.4.3. Equipements et matériels à utiliser

Un sommaire des équipements et matériels utilisés au concentrateur pendant les opérations sont présentées aux tableaux 113 et 14 .

Tableau 13: Sommaire des exigences en équipements pour le concentrateur de Kakula

Article	Description	Taille/capacité	Nombre requis+ réserve	Puissance installée (kW) par unité
Compresseurs	Air (usage général / instrumentation)	2 994 m3/h @ 7.5 bar	2	500
	Filtre à air HP	756 m3/h @ 16 bar	1	110
		1,566 m3/h @ 10 bar	1	400
Traitement de l'eau	Filtration	50 m3/h	1	-
	Traitement (potable)	20 m3/h	1	5.5
Concasseurs	Concasseur à cône primaire	CS660	1	315
	Concasseur à cône secondaire	CH865	2	500
Cribles	Primaire	2,4 m x 4,27 m	1	45
	Secondaire	3,1 m x 6,1 m	3	55
Broyeurs	Primaire	22 pieds x 36 pieds	1	8 800
	Secondaire	22 pieds x 36 pieds	1	8 800
	Broyeur finisseur	IsaMill M10 0000	2	3 000
Cyclones	Groupe primaire	750 mm de diamètre	3 + 1	500
	Groupe secondaire	420 mm de diamètre	7 + 1	355
	Groupe finisseur	100 mm de diamètre	18 + 4	75
Souffleries	Cellules de flottation	33 900 Nm3/h @ 150	2 + 1	110

		kPa		
Cellules de flottation (avec agitateurs)	Dégrossisseur	200 m3	2	250
	Épueuseuse	200 m3	9	250
	Cellules de dégrossissage / de lavage	30 m3	4	75
	Cellules de dégrossissage / de relavage	20 m3	5	55
	Lavage d'épueuseuse	100 m3	9	225
	Relavage d'épueuseuse	20 m3	4	55
Épaississeurs	Concentré	15 m de diamètre	1	11
	Rejets	30 m de diamètre	1	18
Filtres	Concentré	Larox PF 132/144	2	18,5
Pompes	Rejets	426 m3/h	4 + 4	250
Total		Concentrateur, 1 x 4 Mtpa		35 - 40 MW
Total		Concentrateurs, 2 x 4 Mtpa		70 - 80 MW

Tableau 14: Exigences prévues en eau, en électricité et en consommables pour les concentrateurs

Article	Description	Exigences annuelles (4 Mtpa)	Exigences annuelles – 2 x 4 Mtpa (8 Mtpa)
Énergie	Électricité	280 GWh	560 GWh
Eau	Eau brute d'appoint	1 706 Mm ³	2 560 Mm ³
Réactifs	Moussant (Senfroth)	380 t	760 t
	Collecteur (SIBX)	624 t	1248 t
	Promoteur (Cytec 3477)	112 t	224 t
	Floculant (rejets et concentré) (Magnafloc 10)	140 t	280 t
Consommables	Charge broyante (boulets d'acier de 75 mm)	3 920 t	7 840 t
	Charge broyante (boulets d'acier de 35 mm)	7 920 t	15 840 t
	Charge broyante (2 mm céramique)	548 t	1 096 t

La plupart des consommables sont fournis dans des sacs ou des conteneurs en vrac. Une croquette sert à charger le support de broyage dans les broyeurs à boulets.

2.4.3.1. Stockage des matériaux

Les matériaux seront entreposés dans des infrastructures d'entreposage dédiées, suivant les fiches signalétiques de sécurité de produit (MSDS).

2.4.4. La nature et l'emplacement des installations de traitement

Les installations de traitement du Projet Kamoia-Kakula comprennent les infrastructures de surface, souterrain et les installations connexes nécessaires au traitement du minerai. Les installations suivantes sont notées sur le site du projet :

- Le concentrateur et les installations connexes : circuit de concassage et de broyage, circuit de flottation, circuit des dégrossisseurs et des épaisseurs (décantation et filtration), le conditionnement des concentrés, les hangars de stockage ;
- Les sites de stockage des minerais et des rejets et les installations de traitement des eaux usées ;
- Le TSF : le site de stockages des rejets liquides du concentrateur et de l'usine (la fonderie) ;
- L'infrastructure du projet comprend l'alimentation en électricité, les barrages de retenue, les communications, la logistique, les options de transport, la manutention des matériaux, l'eau et les eaux usées, les bâtiments, les logements, la sécurité et les services médicaux ;
- Les voies d'accès au site de Kamoia et aux différentes mines du projet ;
- Les installations souterraines : les différentes mines (Kamoia, Kansoko et Kakula) et leur installations d'appui comme le garage ; l'exhaure de la mine, l'électricité, la ventilation,

Les projets Kamoia et Kakula sont tributaires de forages pour l'approvisionnement en eau de construction au cours des deux premières années, après quoi le projet aura un excédent d'eau qui devra être rejeté dans l'environnement. Le rejet dans l'environnement d'eau traitée s'effectue par la station de traitement d'eau ou la station d'épuration.

L'emplacement des installations de traitements est illustré à la figure 30 au point 2.9.3 sur les infrastructures et aménagements.

2.5. Les eaux d'exhaure

2.5.1. Exigences en matière d'exhaure

La demande en eau estimée pour l'exploitation minière de Kansoko et Kakula est présentée au tableau 15. Une série de puits de forage sera creusée pour l'exhaure des galeries inclinées à chacune des mines. L'eau pompée par ces trous de forage sera de l'eau propre. Les quantités d'eau provenant des opérations d'exhaure seront suffisantes pour répondre aux besoins des deux mines en matière d'eau en vrac. Le

surplus d'eau d'exhaure fera l'objet d'une décantation dans une série de bassin et après traitement, cette eau sera déversée dans un cours d'eau locale.

Tableau 15: Demande en eau pour une production de 2 x 3Mtpa

Scénario d'exploitation		3 Mtpa	6Mtpa
Description	Unités		
Exigences en eau pour l'exploitation minière	m ³ /jour	160	320
Exigences en eau pour les opérations de concentration	m ³ /jour	4800	9600
Exigences en eau potable	m ³ /jour	140	280
Exigences quotidiennes totales	m ³ /jour	5100	10200
Exigences quotidiennes totales	ML/jour	5,1	10,2

L'eau potable requise pour le projet proviendra des ressources en eau souterraine. L'alimentation d'eau en vrac pourrait par ailleurs être subséquentement accrue en se servant des infiltrations d'eau souterraine pendant l'exploitation minière.

2.5.2. Qualité des eaux souterraines

Les résultats des analyses chimiques de l'eau souterraine provenant des trous de forage d'exploration/d'essai indiquent que l'eau souterraine est caractérisée par une valeur de matières dissoutes totales (MDT) de faible à très faible, variant de < 3 mg/L à 38 mg/L (Tableau 16). L'eau souterraine sera vulnérable à tout changement dans la qualité de l'eau occasionné par les opérations minières.

Tableau16: Résultats des essais de qualité de l'eau

Déterminant	Unités	Moyenne
pH		5,77
Conductivité	mS/cm	1,05
Matières dissoutes totales (MDT)	mg/L	40,0
Dureté du Calcium	mg/L	4,74
Dureté du Magnésium (CaCO ₃)	mg/L	2,64
Dureté totale (CaCO ₃)	mg/L	7,38
Solides en suspension	mg/L	20,0
Alcalinité M(CaCO ₃)	mg/L	0,60
Alcalinité P (CaCO ₃)	mg/L	6,40
Cl	mg/L	0,37
NO ₂	mg/L	0,20
NO ₃	mg/L	0,30
PO ₄	mg/L	0,80
SO ₄	mg/L	1,94

2.5.3. Taux de captage des eaux souterraines

Des études sont en cours pour déterminer les débits d'eau souterraine probables dans les infrastructures minières souterraines. Le taux d'exhaure actuellement prévu à chacune des mines (Kansoko et Kakula) est de 9 504 m³ par jour.

Pour les infrastructures permanentes, pendant les périodes initiales puis au cours de la durée de vie des mines, on prévoit, sur la base du bilan hydrique, que la mine sera un consommateur net de quantités minimales d'eau pendant les étapes de développement, puis un producteur net de quantités minimales d'eau au cours de la durée de vie des mines.

Sur la base de l'information disponible, il est prévu que, pour chacune des mines, les débits entrants moyens seront de 171.174 m³ par jour et que les débits sortants moyens seront de 171.000 m³ par jour. Les exigences en eau sont basées sur l'hypothèse que 35% de l'eau des rejets sera retournée. Cette eau devra faire l'objet d'un traitement approprié avant une réutilisation dans les infrastructures minières. Toute l'eau provenant de l'infrastructure d'entreposage des rejets sera recyclée, puis utilisée dans les usines de traitement ; il n'y aura donc aucun déversement depuis l'infrastructure d'entreposage des rejets.

Selon les spécificités, des pompes d'assèchement centrifuges seront nécessaires pour assécher le barrage d'eaux. Le tableau 17 montre les spécificités d'une pompe d'assèchement centrifuge qui répondrait à la demande.

Tableau 17: Les spécificités d'une pompe d'assèchement

Paramètres de la pompe d'assèchement	Unités	Valeur
Consommation électrique	kW	2,000
Fréquence de puissance	Hz	50
Capacités	M ³ /h	1,000
Efficacité	%	82.8
RPM	Rpm	1,490
Hauteur	M	480

Les mines et les piliers étant exploités simultanément sur plusieurs niveaux à la fois, l'afflux d'eau des faces exposées doit être géré par l'utilisation de pompes submersibles dans les puisards alimentant les stations d'assèchement.

L'alimentation par gravité sera également utilisée lorsque cela sera possible en fonction du niveau extrait.

2.6. De l'usine ou atelier de traitement du minerai

2.6.1. Capacités productives installées

Les hypothèses retenues dans Peters et al. (2019) s'appliquent globalement à Kakula et incluent un taux de production de 18 Mtpa et une teneur en concentré de 57,3% TCu, avec des récupérations métallurgiques du concentrateur vont de 73% à 1,0% de teneur en TCu à 83% à la teneur moyenne en ressources minérales indiquées, un concentré d'humidité de 8%. La fonderie est conçue pour traiter 1000 kt/an concentré, produisant jusqu'à 467 kt/an blister de cuivre et une moyenne 710 kt/an d'acide sulfurique à haute résistance.

2.6.2. Le cheminement quantitatif des phases

Le projet Kamoia – Kakula procédera à la première construction de l'usine de traitement de Kakula de 6 MTPA, construite en deux étapes de 2 x 3 MTPA, suivie d'une expansion pour inclure l'usine de concentrateurs de 6 MTPA pour augmenter la production à 12 MTPA. Une extension finale d'un troisième flux de concentrateurs sera incluse pour augmenter la capacité de traitement du complexe central à 18 MTPA. Le Projet Kamoia-Kakula aura des installations de traitement et d'infrastructure qui comprendront :

- Un centre de traitement central de 18 MTPA comprenant le concassage et le criblage de surface, le broyage et la flottation, composé de trois ruisseaux de concentrateurs, d'une fonderie et d'une infrastructure connexe située dans la zone de la mine de Kakula ;
- La mine de Kakula et l'infrastructure de surface dédiée au gisement de Kakula.
- La mine de Kansoko sur les zones Kansoko Sud et Kansoko centrale du gisement de Kamoia; y compris les systèmes de transport terrestre associés.
- Infrastructure de surface dédiée, y compris les systèmes de transport terrestre associés à la mine Kakula West et aux mines de Kamoia Nord 1 à 4.

L'usine de traitement de Kakula sera le premier des trois circuits de 6 MTPA à être localisé au complexe de transformation central. Le concentrateur de Kakula (concentrateur de complexe central 1) comprend un stocks de ROM de 15 000 t pour alimenter un concentrateur de 6 MTPA d'exécution de mine (ROM) basé sur le broyage et le criblage mis en scène, suivi par deux séries de phase, broyage à boulet. Le produit du broyage à boulet sera mis à niveau dans le circuit de flottation qui sera conçu pour produire deux produits concentrés différents, c.-à-d. un produit de haute qualité et de qualité moyenne. Ces deux produits concentrés seront combinés pour former le concentré final.

La conception de Kakula permet au concentrateur central Complexe 1 d'être construit en deux phases afin d'être aligné avec le calendrier de production de la mine. La phase 1 traitera 3 MTPA en ligne avec la rampe de mine et le débit sera doublé pendant la phase 2 à 6 MTPA.

A la suite de la montée en concentration du concentrateur central Complexe 1 à 6 MTPA, le complexe sera élargi par l'ajout du concentrateur central Complexe 2 à la zone de la mine de Kakula Central. Le Complexe Concentrateur 2 sera basé sur la conception du circuit Kansoko. L'expansion de 6 MTPA à 12 MTPA sera également complétée par une approche en deux phases, comme le prévoit le plan minier.

Dans la deuxième phase du projet, le concentré sera transporté du complexe des concentrateurs adjacents dans un hangar concentré situé dans le complexe de la fonderie. Le procédé de fusion utilisera la technologie de fusion directe par blister (DBF), qui est prouvée pour le traitement de concentrés de cuivre à faible teneur en soufre semblables à ceux envisagés pour le Projet Kamoia-Kakula. Le concentré de

cuivre sera d'abord séché dans un séchoir à vapeur avant d'être soufflé avec de l'air enrichi d'oxygène dans l'arbre de réaction du DBF pour produire du cuivre blister et des gaz de SO₂ dans un processus de fusion éclair à une seule étape. Les effluents chargés de SO₂ seront dépoussiérés et envoyés dans une usine d'acide sulfurique à double contact-double adsorption pour la production d'acide à haute résistance, qui sera vendu au marché local. Le cuivre sera récupéré du laitier de DBF dans un nettoyage de laitier électrique en aval par la réduction avec le coke métallurgique pour produire le cuivre blister. Le laitier de four électrique (la scorie) contenant encore jusqu'à 4% de cuivre, sera refroidi, écrasé et envoyé à l'usine de flottation laitier pour la récupération du cuivre résiduel, sous la forme de concentré, qui sera ensuite de retour à l'entrepôt de stockage concentré et sera mélangé avec du concentré frais. Les résidus finaux de l'usine de scories contenant 0,8% de cuivre seront pompés dans l'installation centrale de résidus de concentrateurs (TSF).

La fonderie est conçue pour traiter un concentré de 1 000 ktpa, produisant jusqu'à 467 ktpa de cuivre blister et une moyenne de 710 ktpa d'acide sulfurique à haute pureté. Le schéma de principe du processus DBF est présenté à la figure 15.

Le cheminement des opérations de traitements se dérouleront comme suit :

2.6.2.1. Récupération du minerai

Le minerai de ROM broyé dont la taille maximale (F100) est de 350 mm du sous-sol sera acheminé vers un seul stock de 15 000 tonnes de ROM pour le stockage avant le circuit de concassage en surface. Le matériau sera extrait de la réserve, à une vitesse contrôlée, via trois distributeurs de tablier à vitesse variable, puis déchargé sur le convoyeur d'alimentation de criblage secondaire.

Des systèmes de contrôle de la poussière et de traitement des déversements appropriés seront prévus, qui transféreront le déversement et le ruissellement vers le circuit de broyage principal.

2.6.2.2. Concassage et criblage

Le convoyeur d'alimentation de criblage secondaire transfèrera les matériaux du stock ROM vers le bac d'alimentation de criblage secondaire de 100 t. Le matériau sera tamisé à 60 mm à l'aide d'un tamis vibrant à un pont de 3,6 x 6,1 m. Le matériau surdimensionné de tamisage secondaire, environ 76% de l'alimentation du tamis, sera acheminé vers le circuit de concassage secondaire pour réduction de taille, tandis que le matériau de tamisage secondaire sera redirigé vers le transporteur tertiaire d'alimentation en bacs de criblage (via un agencement bac et alimentation vibrante).

Le tamis secondaire surdimensionné se rapportera à la corbeille d'alimentation secondaire de 150 t, à partir de laquelle le matériau sera extrait à une vitesse contrôlée en utilisant des systèmes d'alimentation dédiés pour alimenter deux concasseurs à cône fonctionnant en continu (modèle CS660). Chaque concasseur à

cône secondaire sera installé avec un moteur de 315 kW afin de réduire la taille de F₈₀ 185 mm à P₈₀ 53 mm.

Le concasseur à cône secondaire sera acheminé vers le bac d'alimentation de criblage tertiaire de 225 t, en même temps que le concasseur à criblage secondaire et le concasseur tertiaire. Le matériau sera extrait de la corbeille d'alimentation du tamis tertiaire à une vitesse de contrôle permettant d'alimenter trois tamis tertiaires. Chacun des écrans tertiaires de 3,6 mx 7,2 m, faisant l'objet d'un blindage de 10 mm, sera équipé d'un dispositif à double pont pour la protection du pont. Le produit de calibre tertiaire inférieur (environ 43% de la charge) sera acheminé vers la réserve d'aliments de la minoterie en tant que produit final du circuit de broyage. Les matériaux surdimensionnés de criblage tertiaire seront acheminés vers le bac d'alimentation pour concasseur tertiaire de 225 t, puis alimentés par trois concasseurs à cône tertiaires (modèle: CH895) dans une alimentation contrôlée utilisant des dispositifs d'alimentation spécifiques. Chaque concasseur à cône tertiaire sera installé avec un moteur de 700 kW afin de permettre une réduction de taille de F₈₀ 48 mm à P₈₀ 14mm.

Le produit de concassage tertiaire sera recyclé dans le circuit de criblage tertiaire pour classification. Le produit de calibre tertiaire inférieur (P₈₀ 7,5 mm) sera enregistré dans le stock de minerais.

Des systèmes d'élimination du fer tramp seront inclus sur les convoyeurs d'alimentation de concassage secondaire et tertiaire. Des dispositions seront prises pour la suppression de la poussière dans les bâtiments de criblage et de concassage, ainsi que des systèmes appropriés de traitement des déversements.

2.6.2.3. Stockage des minerais du broyeur

Le produit de sous-calibrage tertiaire sera acheminé par le convoyeur de stockage des minerais du broyeur à un tunnel de 10.000 t via un convoyeur. Quatre convoyeurs à bande fonctionneront dans une configuration à deux fonctions et deux en veille pour transférer le matériau de la réserve des minerais du broyeur à chacun des systèmes d'alimentation primaire du broyeur. L'ajout de billes d'acier chromé de 70 mm de hauteur sur les deux convoyeurs d'alimentation du broyeur principal sera obtenu par des systèmes de chargement automatisés des billes. Des dispositions seront prises pour la suppression de la poussière dans les zones de récupération des stocks, ainsi que des systèmes de traitement des déversements. La conception permettra également de permettre le rechargement des moisissures sur les principaux convoyeurs d'alimentation du broyage.

2.6.2.4. Broyage primaire

Le circuit de broyage primaire sera composé de deux modules identiques. Chaque module comprendra un broyeur à boulets à décharge de trop-plein de 21'Ø x 31.5 'EGL (installé avec un dispositif de variateur de vitesse de 7800 kW) fonctionnant en

circuit fermé avec un groupe de cyclones comprenant 10 unités de diamètre. Le minerai concassé à P_{80} 7,5 mm sera acheminé du stock d'alimentation du broyeur vers la trémie d'alimentation du broyeur primaire, où il se combinera avec le flux de fond du cyclone de classification du broyeur principal. La boue de broyage primaire gravitera dans le carter de refoulement de 100 m³, via un tamis vibrant à un seul étage, d'où elle sera pompée vers le cyclone de classification du broyeur primaire à une vitesse et une densité contrôlées, à l'aide de systèmes de pompage de service / de réserve à vitesse variable. Le produit de trop-plein de cyclone de classification du broyeur primaire, P_{80} 145 µm, sera transféré au puisard de décharge du broyeur secondaire comme minerai.

Les déversements produits dans le circuit du broyeur primaire seront signalés aux puisards de collecte des déversements, d'où ils seront pompés jusqu'au puisard de décharge du broyeur primaire. Les matériaux surdimensionnés provenant du tamis de sortie de broyeur primaire (scats) seront rapportés aux systèmes de transport de scats dédiés.

La conception permettra l'utilisation de machines de rebasage d'usine spécifiques à chaque usine primaire, ainsi que de systèmes de treuils de trémie d'alimentation électriques pour faciliter la maintenance.

2.6.2.5. Broyage secondaire

Conformément à la conception du circuit de broyage primaire, le circuit de broyage secondaire sera constitué de deux modules identiques. Chaque module comprendra des broyeurs à boulets à décharge de trop-plein de 21'Ø x 31.5 'EGL (installés avec un convertisseur de fréquence variable de 7 800 kW), fonctionnant en circuit fermé avec une grappe de cyclones de classification de diamètre de 8 x 500 mm.

Les produits de débordement du cyclone de classification de broyage primaire seront rapportés au carter de décharge de 100 m³ dans une configuration d'alimentation inversée, où ils se combinent au produit de broyage secondaire, avant d'être acheminés au cyclone de classification de broyeur secondaire à une vitesse et une densité contrôlées.

Le produit de sousverse du cyclone de classification du broyeur secondaire gravitera dans la trémie d'alimentation du broyeur secondaire, tandis que le produit de trop-plein du cyclone (P_{80} 53 µm) sera envoyé au réservoir tampon de flottation mécaniquement agité de 500 m³ via une installation d'échantillonnage pour la comptabilisation des métaux à deux étages. Le produit du circuit de broyage sera pompé vers la boîte d'alimentation pour flottation plus grossière à l'aide de systèmes de pompage à vitesse variable, en attente.

L'ajout de billes d'acier chromé de 30 mm de hauteur sera affecté à l'aide d'un aimant et d'un agencement de trémie de chargement afin de charger le support dans la trémie d'alimentation du broyeur secondaire. Les réactifs seront dosés via des unités de plateaux dédiées.

Des dispositions seront prises dans la conception des systèmes de collecte des déversements et de pompage.

2.6.2.6. Flottation

Le circuit de flottation plus rugueux se composera de deux modules identiques, chacun comprenant une seule banque de sept cellules de cuve de flottation à air forcé de 300 m³ agitées mécaniquement pour produire deux produits concentrés. Un espace de huit cellules sera prévu à la tête de la banque de flottation, afin de traiter un total de 7,6 Mtpa au besoin. Le produit du circuit de broyage sera pompé vers la tête du circuit de flottation plus rugueux à une vitesse et à une densité contrôlées, où le mousser sera dosé.

Un produit concentré de haute qualité sera produit à partir des deux premières cellules et gravitera vers le puisard de 22 m³ de concentré plus grossier, d'où il sera pompé vers la cellule de flottation de nettoyage de haute qualité, à l'aide d'une pompe à vitesse fixe, de service / en attente. Des dispositions seront prévues pour le dosage du collecteur, du promoteur et de la mousse vers le carter de concentré de qualité supérieure plus rugueux, afin de permettre le conditionnement de la boue d'alimentation de nettoyage de haute qualité.

Un concentré de faible qualité sera produit à partir des cinq dernières cellules (de nettoyage) et gravitera vers le carter de concentré plus grossier de 22 m³, d'où il sera pompé vers le circuit de nettoyage du nettoyeur, à l'aide d'un système de pompage en veille à vitesse fixe. La conception prévoit de détourner le produit concentré de la deuxième cellule vers le produit de qualité supérieure ou inférieure, le cas échéant. Des dispositions seront prévues pour le dosage du collecteur, du promoteur et de la mousse dans la boîte d'alimentation de la troisième cellule.

Le produit de résidus de nettoyage gravitera dans un carter de résidus plus grossier de 25 m³, via un système d'échantillonnage à deux niveaux, avant d'être pompé vers un épaisseur de résidus dédié à l'aide d'un système de pompe de réserve à vitesse fixe.

L'eau de pulvérisation, sous forme d'effluent de trop-plein d'épaississant de concentré, sera acheminée vers chacune des blanchisseuses de collecte de concentré de cellules de flottation pour faciliter le transfert de mousse.

La conception comprendra plusieurs puisards de collecte des déversements, équipés de pompes à broche verticales, pour transférer les déversements vers la tête du circuit le plus accidenté pour les remettre à flotter. Les douches d'urgence seront incluses dans les zones stratégiques.

2.6.2.7. Nettoyant de haute qualité

Le circuit de flottation du nettoyeur de haute qualité se compose de deux modules identiques, comprenant une seule cellule de flottation Jameson à faible entraînement, afin de produire le produit final concentré de haute qualité.

Le concentré de nettoyant de haute qualité est acheminé vers le carter de concentré de nettoyant de haute qualité de 5 m³, d'où il est pompé vers le circuit d'épaississement du concentré, via un système de pompage en attente/en veille à vitesse fixe. La conception comprend un analyseur intégré pour la surveillance de la teneur en concentré à haute teneur. Des dispositions seront prises pour que l'eau de lavage de la mousse de la cellule de flottation soit sous forme d'eau brute.

Les résidus de la cellule de nettoyage de haute qualité graviteront dans le carter de résidus de 15 m³, puis seront pompés vers la tête du circuit de nettoyage, à une vitesse contrôlée, à l'aide d'un système de pompe de réserve à vitesse variable.

Les déversements produits dans la zone de nettoyage de haute qualité seront collectés dans un puisard dédié et pompés vers le puisard de nettoyage de haute qualité via une pompe à axe vertical.

2.6.2.7. Le circuit de flottation de l'épurateur

Le circuit de flottation de l'épurateur d'air consiste en deux modules identiques, chacun comprenant une seule banque de 6 cuves de flottation à air forcé, mécaniquement agitées mécaniquement de 160 m³.

Le circuit de nettoyage de concentré comprendra le concentré de plus faible teneur en particules grossières, ainsi que les résidus de nettoyage de haute qualité, et une option permettant d'inclure le flux de résidus de nettoyage. La conception permettra aux queues du récupérateur de nettoyage de fonctionner en circuit fermé ou ouvert. En cas de fonctionnement en circuit ouvert, les queues du récupérateur de nettoyage relèveront du puisard. Des dispositions seront prévues pour le dosage du collecteur, du promoteur et de la buse mousseuse dans la boîte d'alimentation pour nettoyeur de charbon. En outre, il est prévu de pulvériser de l'eau dans chacune des laveries de collecte du concentré de cellules de flottation pour faciliter le transfert de mousse.

Un seul produit concentré sera produit par le circuit de nettoyage de l'épurateur, qui gravitera dans le puisard de concentré de 20 m³ de l'agent de nettoyage de l'épurateur, où il se combinera avec le produit concentré de l'épurateur de nettoyage du deuxième module, avant d'être pompé vers le cyclone de classification du broyé.

Les résidus de nettoyage de l'encombrement graviteront dans le puisard de 45 m³ via un système d'échantillonnage à deux niveaux, puis pompés vers l'épaississeur de résidus, pour se combiner au produit de l'épuration des résidus du même module.

Les déversements de la zone de nettoyage graviteront dans le puisard, à partir de là où ils seront pompés vers la tête du banc de flottation du dispositif de nettoyage, à

l'aide d'une pompe à axe vertical. Les douches d'urgence seront incluses dans les zones stratégiques.

2.6.2.8. Le broyage des concentrés

Le circuit de broyage de concentrés consistera en un seul module, composé de trois broyeurs de haute densité SMD de 355 kW à haute intensité, fonctionnant en circuit ouvert avec un groupe de cyclones de 8 x 250 mm de diamètre.

Les produits concentrés de nettoyage de balayage (P_{80} 17 μm) des deux modules de flottation seront pompés à une vitesse et à une densité contrôlées, au moyen d'un système de pompage en service / en attente à vitesse variable, vers le groupe de cyclones de classification régénérée. Le cyclone est conçu pour cibler un produit de débordement de P_{80} 10 μm , qui contourne les broyeurs directement au broyeur vers le puisard de 20 m^3 . Le produit de sousverse du cyclone (P_{80} 65 μm) gravitera dans un répartiteur à débit égal où il sera divisé en charge pour l'alimentation de chacun des trois broyeurs à rectifier afin de produire un produit à 80% passant à 10 μm . Le produit en suspension broyé se combinera avec le flux de trop-plein du cyclone dans le puisard du produit broyé, d'où il sera pompé vers la cellule de flottation du récupérateur de nettoyage à l'aide d'un système de pompage à vitesse fixe / de réserve. La mesure de la qualité en ligne sera fournie dans le flux d'alimentation du récupérateur de nettoyage à des fins de contrôle de processus.

Un carter collecteur de déversements sera prévu avec une pompe à broche verticale pour transférer les déversements dans le répartiteur d'alimentation du broyeur. Des systèmes d'addition et de récupération des supports de broyage seront également inclus pour chacune des trois usines de rectification.

2.6.2.9. Le circuit de flottation du récupérateur de nettoyage

Le circuit de flottation du récupérateur de nettoyage sera partagé entre les deux modules de flottation et consistera en une seule cellule de flottation à faible entraînement.

Le produit du circuit de re-broyage du concentré sera pompé vers la boîte d'alimentation des cellules de régénération, où il sera combiné avec le collecteur, le promoteur et le mousser requis, avant la mise à niveau finale.

Le concentré final de qualité moyenne gravitera dans le puisard de concentré de récupération de 10 m^3 , d'où il sera pompé vers le circuit d'épaississement du concentré via un analyseur intégré.

Les résidus de la cellule de nettoyage du récupérateur graviteront dans le puisard de 25 m^3 , puis seront pompés vers le circuit de nettoyage du récupérateur ou vers le circuit final de traitement des résidus (via le puisard de nettoyage du récupérateur). Les résidus du récupérateur de nettoyage seront transférés à l'aide d'un système de pompage fonctionnant avec deux pompes de service et une pompe de secours

partagée, afin de diviser le produit de résidus entre les deux modules de flottation de nettoyage du récupérateur.

Le déversement de la zone de nettoyage du récupérateur gravite dans le puisard de déversement d'où il est pompé pour alimenter la cellule du récupérateur de nettoyage au moyen d'une pompe à axe vertical.

2.6.2.10. Épaississement des résidus de flottation

Les résidus de flottation de chaque module seront pompés vers des unités d'épaississeur à haut débit spécifiques de 55 m de diamètre. Les résidus de nettoyage ainsi que les résidus de nettoyage de chaque module se rapporteront à leur boîte d'alimentation en épaisseur de résidus respective, où ils seront combinés avec un flocculant et un coagulant, avant de graviter vers le puits d'alimentation de l'épaississeur. Les systèmes épaississants permettront des systèmes de dilution internes automatiques.

Les résidus seront épaissis en un produit de sousverse contenant 55% de solides (poids / poids) avant d'être pompés vers la zone de traitement des résidus finale, via un système d'échantillonnage à deux étages, au moyen de pompes de service / de réserve à vitesse variable.

Les deux produits de débordement d'épaississeur de résidus s'adressent dans un réservoir commun d'eau de traitement de 5 000 m³ pour être réutilisés comme eau de traitement.

Les déversements produits dans la zone d'épaississement des résidus graviteront dans des puisards de collecte des déversements d'où ils seront pompés vers les boîtes d'alimentation d'épaississeur respectives à l'aide de pompes submersibles.

2.6.2.11. Alimentation de remblai et élimination finale des résidus

Les résidus de flottation épaissis, issus des deux unités d'épaississeur de résidus, seront pompés vers un système d'échantillonnage commun à deux étapes de comptabilisation des métaux avant de graviter vers le carter d'alimentation de remblai de 100 m³, via le dernier répartiteur de résidus. Les résidus de flottation épaissis seront pompés vers le circuit de remblayage à l'aide d'un système de pompage à vitesse variable constitué de deux pompes de service et de pipelines, ainsi que d'une pompe de secours commune.

Les résidus de l'usine de remblayage seront pompés dans le puisard final de 100 m³, à l'aide de deux pompes de service et de pipelines alimentés par une pompe de secours commune, d'où ils seront pompés vers l'installation de stockage des résidus au moyen du système de stockage final des résidus. Le système final de stockage des résidus consistera en trois trains de pompes comprenant chacun trois pompes centrifuges à haute pression en série, acheminant le lisier vers le TSF via trois conduites en PEHD.

Dans l'éventualité où l'installation de remblayage ne fonctionnerait pas, les résidus de flottation épaissis se rapporteraient au dernier puisard via le répartiteur. En règle générale, un train de pompage et un pipeline seront nécessaires pour traiter 3,0 Mtpa, un deuxième train de pompes et un pipeline étant nécessaires après une montée en puissance jusqu'à 6,0 Mtpa. Le troisième train de pompes et le pipeline servent de système de secours commun dans des conditions normales d'exploitation. Toutefois, lorsque l'usine de remblayage ne fonctionnera pas, ce système doit fonctionner.

En raison de la pression de fonctionnement élevée du système de pompe de dépôt final des résidus, la conception prévoit un système dédié d'eau pour joint d'étanchéité pour presse-étoupe, comprenant un réservoir de stockage dédié et un système de pompage multi-étages en service / en attente, à vitesse variable.

Les vannes du système de résidu à haute pression seront actionnées par un système hydraulique dédié. Les déversements produits dans la zone d'élimination des résidus graviteront dans le puisard de collecte des déversements, d'où ils seront pompés vers le dernier puisard à l'aide d'une pompe immergée.

2.6.2.12. Épaississement des concentrés

Les concentrés des deux modules de flottation seront épaissis dans un épaisseur à haute vitesse commun de 21 m de diamètre. Les concentrés de haute qualité issus des deux modules de flottation seront reportés sur un échantillonneur de concentré à un étage commun. Le concentré de qualité moyenne produit par la cellule de nettoyage de balayage sera pompé vers l'échantillonneur de concentré de bas grade. Les flux échantillonnés graviteront vers la boîte d'alimentation en épaisseur de concentré via un tamis d'élimination linéaire des déchets, où il sera combiné à un flocculant à une vitesse contrôlée. La corbeille retirée par l'écran linéaire sera dirigée vers un stockage pour une manipulation ultérieure.

La conception de l'unité épaisseur de concentré permettra une dilution interne automatique de la boue d'alimentation. Le concentré sera déshydraté en une pâte contenant 60% de solides (poids / poids) avant d'être pompé vers la zone de stockage de la zone de filtration à l'aide d'une installation de pompe péristaltique à vitesse variable / en attente.

Le trop-plein d'épaisseur de concentré sera entraîné dans le réservoir collecteur d'effluents d'épaisseur de 150 m³ de concentré, d'où il sera réutilisé comme eau de pulvérisation par flottation.

Les déversements produits dans la zone d'épaississement du concentré graviteront dans un puisard collecteur, où ils seront pompés vers la boîte d'alimentation en épaisseur de concentré à l'aide d'une pompe submersible.

2.6.2.13. Filtration des concentrés

Le concentré épaissi sera pompé vers l'un des deux réservoirs d'alimentation de filtration agités mécaniquement de 500 m³, via un système d'échantillonnage comptable à un seul étage et un répartiteur. Le concentré épaissi sera alimenté par l'un ou l'autre des deux filtres sous pression à plaques horizontales de 60 m² à l'aide de deux pompes de service reposant sur une pompe de secours commune. Les déversements produits dans la zone d'alimentation de filtration seront dirigés vers un carter collecteur de récupération des eaux usées où ils seront pompés vers la boîte de fendage du réservoir d'alimentation de filtration du concentré à l'aide d'une pompe à axe vertical. Le concentré épaissi sera déshydraté en un gâteau de filtration à une humidité cible de 8,0% de solides (poids / poids). Le produit de gâteau de filtration signalera des convoyeurs de décharge de gâteau de filtre dédiés, qui à leur tour transféreront le gâteau de filtre vers le convoyeur de chargement du concentré ou vers des stocks de secours. Le filtrage des effluents sera signalé au circuit d'épaississement du concentré via un système de déversement.

Les systèmes auxiliaires fournis par le fournisseur aux unités de filtre-presse comprendront les systèmes de pressage hydraulique, les systèmes de lavage de tissu, les systèmes de lavage de collecteur, les systèmes d'air de compression et d'air de séchage. La conception du bâtiment comprendra un pont roulant destiné à être utilisé lors de la maintenance.

2.6.2.14. Ensachage et chargement des concentrés

La conception de l'installation d'ensachage et de chargement de concentrés reposera sur une opération de 16 heures par jour. La conception prévoit de charger 66% du concentré produit dans des camions de transport en vrac et le reste dans des sacs.

Le produit de gâteau de filtration provenant des filtres sous pression sera envoyé au convoyeur de chargement du concentré par lequel il sera acheminé vers l'installation de chargement et d'ensachage du concentré fournie. L'installation d'ensachage et de chargement de concentrés se composera de trois modules, chacun alimenté par un bac de stockage dédié de 250 m³ et par des doseurs à vis rotatifs associés. Initialement, un seul module sera équipé d'un carrousel d'ensachage. Cependant, la conception des deux autres unités de chargement en vrac permet une conversion aisée en systèmes d'ensachage supplémentaires.

Les deux systèmes de chargement en vrac seront conçus pour remplir les camions de vrac en poids, après quoi les camions chargés seront échantillonnés à l'aide d'une installation d'échantillonnage à vis sans fin. Le module de chargement des sacs sera équipé d'un système d'échantillonnage permettant de composer un échantillon de concentré sur une base de travail par équipe et d'établir un lien entre l'analyse et le nombre de sacs en vrac remplis pendant ce travail.

Les déversements produits dans la zone d'ensachage et de chargement seront lavés vers un carter collecteur de déversement d'où ils seront pompés vers le circuit

d'épaississement du concentré pour être réintroduits dans le système à l'aide d'une pompe à axe vertical. La conception prévoit en outre le nettoyage du concentré des camions avant leur expédition dans la zone de lavage des camions. Tous les effluents produits dans la zone de lavage des camions seront pompés vers le circuit d'épaississement du concentré.

2.6.2.15. Le système d'injection d'air

L'air des soufflantes basse pression alimentant chacune des cellules de flottation du réservoir d'air forcé sera alimenté par quatre ventilateurs centrifuges à plusieurs étages et à vitesse variable, fonctionnant en mode trois en marche et un en veille. Chaque ventilateur sera équipé d'un filtre d'aspiration dédié et de silencieux d'aspiration. En plus des silencieux montés à chaque aspiration, chaque soufflante sera également équipée de silencieux de ligne de distribution dédiés. La conception comprendra sept compresseurs d'air, fournis en tant que kits fournisseur, dédiés à l'installation de concentration. L'air nécessaire aux instruments et à l'usine sur le concentrateur sera produit par trois compresseurs d'air basse pression / instruments (deux en marche et un en veille) à 1300 kPa. L'air de l'usine sera stocké dans un seul récepteur d'air de 30 m³ à 1300 kPa, d'où il sera distribué sur le concentrateur à 750 kPa. L'air des plantes ne passera pas par un système de séchage. La majeure partie de l'air produit par les compresseurs d'air de l'installation / des instruments passera par deux systèmes de filtration et de séchage de l'air (un système par module de concentration) avant d'être stockée dans deux récepteurs d'air d'appareils de 10 m³ (un par module de concentration). En raison des besoins élevés en air des instruments provenant des circuits de flottation, la conception inclut en outre deux récepteurs d'air pour instruments de 10 m³ supplémentaires - un situé dans chaque module de flottation plus grossier / désosseur. Comme pour l'air de la centrale, l'air de l'instrument est stocké à 1300 kPa, distribué à 750 kPa.

L'air de séchage dans les unités filtrantes concentrées sera fourni par deux compresseurs de 1300 kPa, en configuration de service / veille, et stocké dans un seul récepteur d'air de séchage de 10 m³ à partir duquel il sera distribué à l'une ou l'autre des unités filtrantes. L'air comprimé aux unités filtrantes concentrées sera fourni par deux compresseurs de 1600 kPa, en configuration de service / veille, et stocké dans un seul récepteur d'air comprimé de 2 m³ à partir duquel il sera distribué à l'une ou l'autre des unités filtrantes. Le flow sheet de traitement du minerai au niveau du concentrateur est illustré à la figure 16 ci-dessous.

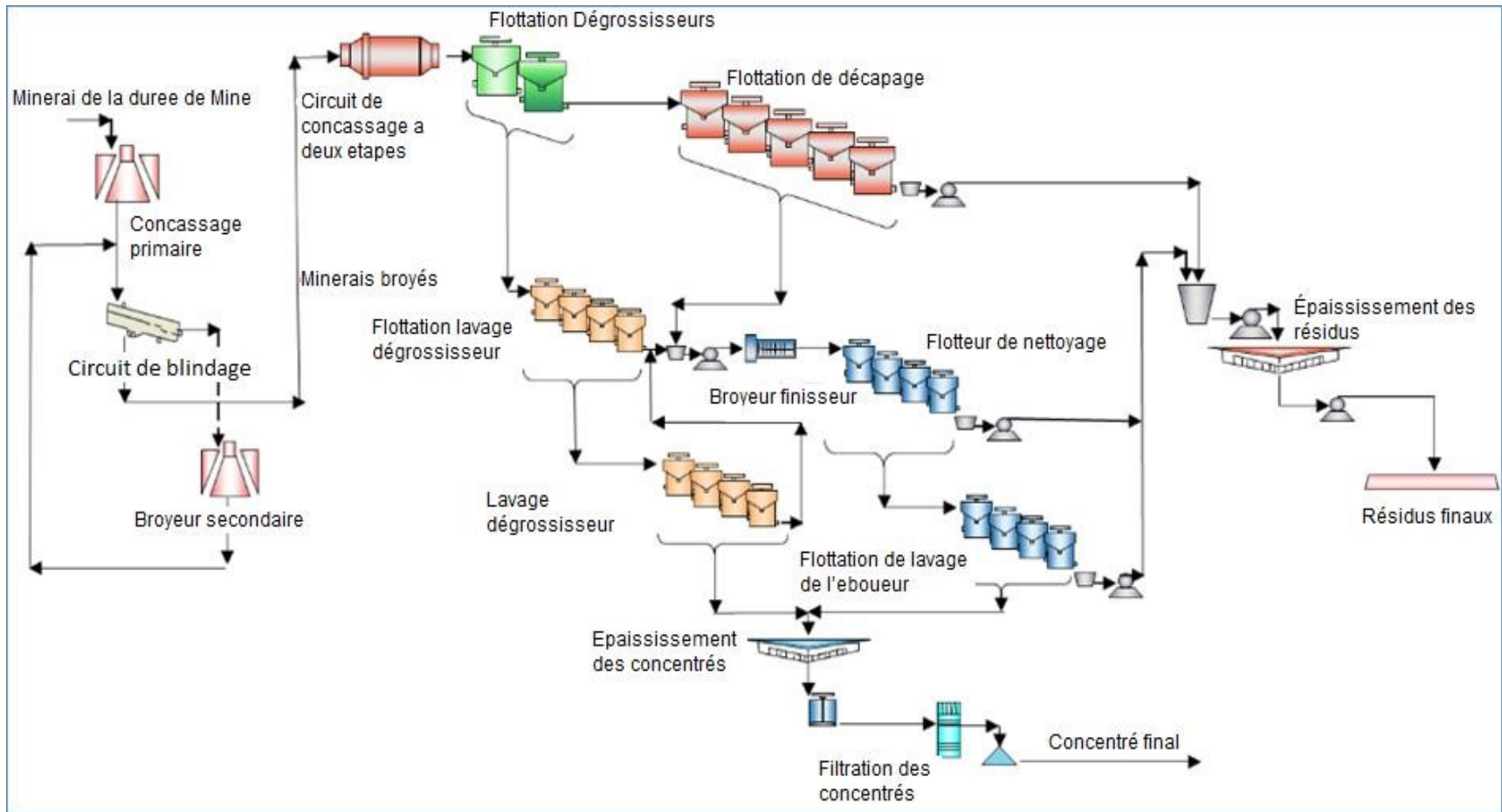


Figure 16. Le flow sheet détaillé au niveau du concentrateur

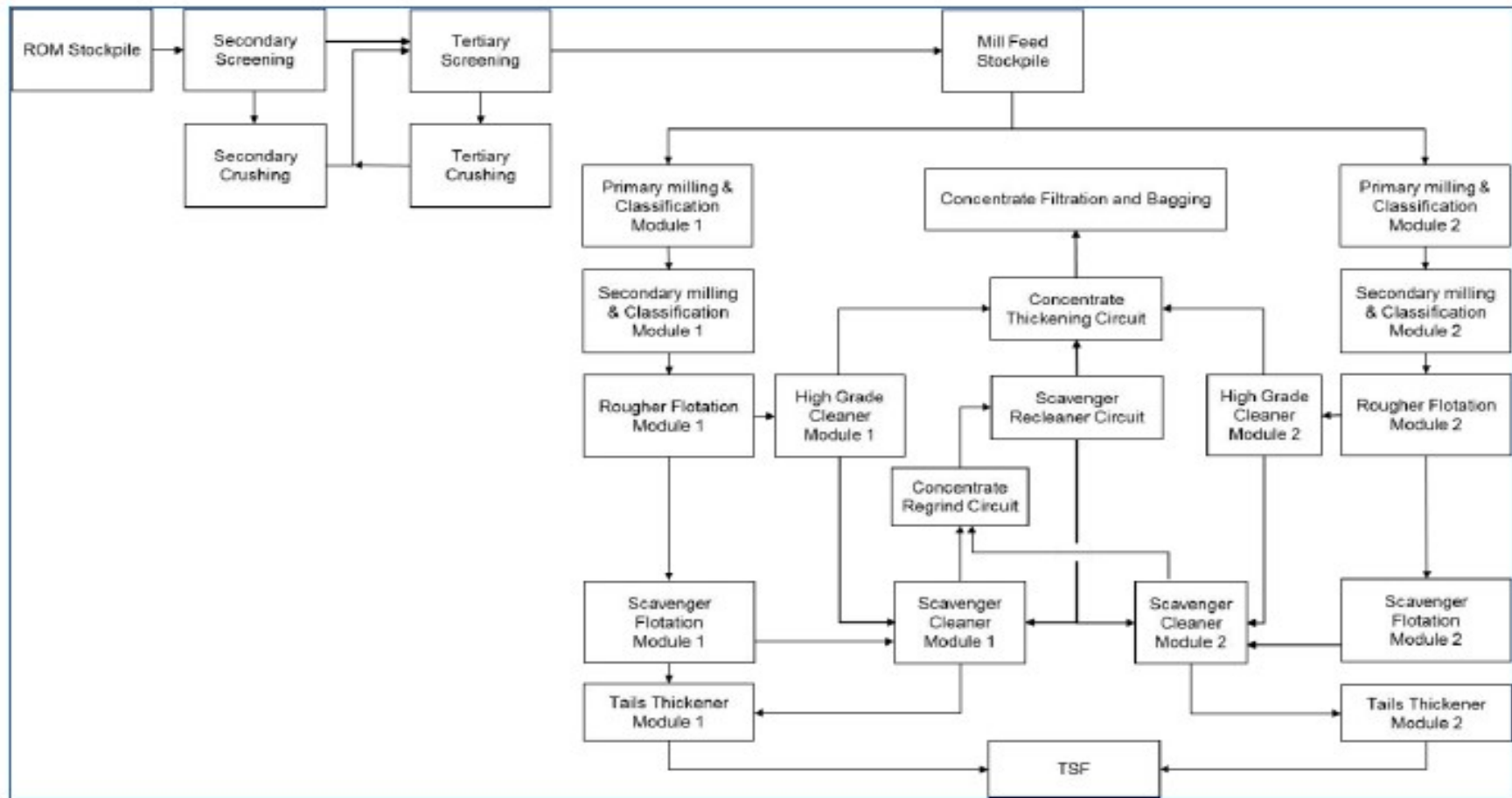


Figure 16: Un diagramme de débit de bloc de haut niveau du concentrateur central Complexe 1

2.6.3. La liste et fiche technique des produits chimiques, hydrocarbures et lubrifiants

Les agents chimiques introduits au niveau de l'usine de traitement des minerais comprendront des produits chimiques et des réactifs qui seront utilisés pour le traitement des minerais, ainsi que des carburants et lubrifiants. Les huiles de lubrification, celles pour transformateurs ainsi que du gasoil seront utilisés sur le site et dans l'usine de traitement. Les produits chimiques, les réactifs et les autres agents chimiques qui seront introduits au niveau de l'usine sont énumérés ci-dessous :

- Aucun agent chimique ne sera introduit au niveau du concassage ;
- Broyeurs semi-autogènes : de l'eau et des boulets en acier ;
- Broyeurs à boulets : de l'eau, des boulets en acier et des collecteurs ;
- Circuit de flottation en cellule unitaire : le moussant ;
- Usine de flottation : de l'eau, du moussant, de l'activant, du collecteur, de la chaux et du cyanure ;
- Broyeur : de l'eau, de l'activant, du collecteur et des boulets en acier ;
- Local d'épaississement des concentrés : de l'eau et du flocculant ;
- Aucun produit ne sera introduit pendant la filtration des concentrés, le stockage et le déchargement ;
- Local d'épaississement des résidus : de l'eau et du flocculant, et ;
- Aucun produit n'est introduit après l'épaississement des résidus, ni pendant le pompage de la pulpe épaissie vers la digue à rejets.

Les produits chimiques qui seront utilisés dans l'usine de traitement sont présentés dans le tableau n°18 ainsi que le niveau de consommation.

Tableau 18: Produits chimiques utilisés dans l'usine de traitement et taux de consommation

Produits chimiques	Consommation unitaire (g/tonnes)
Flocculant	30
Moussant MIBC	50
Carbonate de Sodium	800
Sulfate de Cuivre	1800
Ethylxanthate de sodium	20
Chaux	
Cyanure de sodium	400
Isoprpylxanthate de Sodium	120
Chaux hydratée	1800

Les installations de réactifs, situées à proximité du circuit de flottation, permettent le mélange et la fourniture des réactifs nécessaires à la flottation et des flocculants pour

l'épaississement. Toutes les cellules de flottation seront à air forcé et des soufflantes spécialisées fourniront de l'air au collecteur pour les cellules de flottation.

L'eau brute d'un champ de captage sera pompée vers un barrage d'eau brute. Les usines de filtration et de traitement utiliseront l'eau brute pour produire une gamme de qualités d'eau requises pour l'eau potable, l'eau des phoques, l'eau de l'incendie et l'utilisation des eaux de procédé. Des systèmes de distribution pour chaque type d'eau seront inclus, garantissant la livraison d'une quantité suffisante à la pression requise.

L'air comprimé sera fourni et distribué pour l'utilisation des exigences générales de l'installation et des filtres. Une alimentation en air séché (point de rosée <0 °C) sera disponible pour les instruments et vannes à commande pneumatique.

Le carbonate de sodium (à 99,8%) sera livré à l'usine dans des sacs en vrac d'une tonne. Les sacs seront ensuite transférés dans la zone de mélange depuis le stockage à l'aide d'un chariot élévateur à fourche. Le carbonate de sodium sera mélangé avec de l'eau. Une fois qu'un lot mélangé est terminé, la solution sera transférée dans le réservoir de dosage, puis pompée vers le broyeur à boulets pour le dosage. Environ 1,5 tonne de carbonate de sodium sera utilisé par jour.

Le cyanure de sodium (NaCN) sera livré sur site dans des sacs en vrac de 900 kg. Le cyanure sera mélangé avec de l'eau de traitement pour constituer une solution à 20%. Une fois la dissolution terminée, la solution de cyanure sera pompée dans le réservoir de stockage de cyanure pour être distribuée. Environ 0,8 tonne de NaCN sera utilisé par jour.

Le mousseur sera réceptionné dans des conteneurs ISO de 1 m³. Un conteneur sera déchargé dans une zone désignée à proximité de l'usine de flottation. Le conteneur ISO sera raccordé à une pompe doseuse pour alimenter le circuit de flottation. Chaque circuit de flottation aura son propre conteneur et sa propre pompe doseuse. Environ 90 kg de MIBX seront utilisés par jour.

La chaux hydratée (Ca (OH)₂) arrivera à l'usine dans des sacs en vrac de 1 tonne. Les sacs en vrac seront déplacés vers la zone de préparation à l'aide d'un chariot élévateur à fourche. La poudre de chaux sera déversée dans le silo de préparation de chaux. À partir du silo de chaux, la chaux sera mesurée dans la cuve de mélange, agitée et mélangée avec de l'eau pour 20% de dilution. Une fois qu'un lot sera préparé, la solution de chaux sera transférée dans le réservoir de dosage de la chaux pour être distribuée. Environ 3,9 tonnes de chaux seront utilisés par jour.

Le sulfate de cuivre sera livré sur site dans des sacs en vrac de 1 tonne. Les sacs seront transférés dans la zone de mélange depuis le stockage, avec un chariot élévateur à fourche. Le sulfate de cuivre sera dissous dans l'eau. Une fois le mélange terminé, la solution sera transférée dans le réservoir de dosage pour une distribution ultérieure. Environ 3,4 tonnes par jour de sulfate de cuivre seront utilisés.

L'isopropyl-xanthate de sodium (SIPX) sera utilisé comme collecteur de flottation au sulfure, ciblant le sulfure de cuivre. Il sera fourni dans des caisses en bois de 850 kg. Ceux-ci seront transportés du dépôt de stockage à la zone de déchargement SIPX et déchargés manuellement dans le réservoir de mélange SIPX et puis mélangés avec de l'eau. Le mélange SIPX dilué sera transféré ensuite dans le réservoir de stockage pour une distribution ultérieure. Environ 170 kg de SIPX seront utilisés par jour.

Des sacs de floculants (25 kg) seront transportés du magasin à la zone de préparation à l'aide d'un chariot élévateur à fourche. Le floculant sera dosé manuellement dans une trémie. A partir de la trémie, la poudre de floculant sera tirée par un alimentateur à vis et amenée à un éjecteur où l'eau sera ajoutée. Le floculant sera mélangé à une teneur de 0,5%. Après le temps d'hydrolyse requis, le floculant activé sera pompé dans le réservoir de stockage de floculant. Le floculant sera pompé à un débit contrôlé directement dans les boîtes d'alimentation de l'épaississeur avec une dilution finale dans les zones épauissantes. Environ 41 kg de floculants seront utilisés par jour.

Le xanthate d'isobutyle sodique (SIBX) est utilisé comme principal réactif de collecte dans le circuit de flottation. SIBX est livré sous forme de poudre (sacs de 850 kg) et stocké dans le magasin de réactifs. Si nécessaire, les sacs sont déplacés du magasin de réactifs vers la zone de préparation du SIBX.

Lors de la constitution du lot, un sac est manuellement levé et déchargé dans le réservoir de mélange du collecteur agité mécaniquement de 20 m³, où il est dilué avec de l'eau brute pour atteindre la force de dosage ciblée de 10% (poids / volume). Une fois que la solution est bien mélangée et que la force de la solution a été confirmée par un échantillonnage manuel, la solution est dirigée vers le réservoir de dosage du collecteur de 30 m³ d'où elle est distribuée vers les points de dosage désignés à l'aide d'un système de pompe péristaltique de service / veille pour alimenter un anneau principal à pression contrôlée.

Les déversements produits dans la zone de préparation et de dosage SIBX sont collectés dans un puisard de déversement dédié et pompés vers le puisard final d'élimination des résidus via une pompe à axe vertical. Des douches de sécurité sont prévues dans la région.

2.6.4. Plan pour la manutention et le stockage des produits chimiques

Les procédés de stockage et de maniement de tous les produits chimiques d'exploitation et de traitement sont établis de manière à limiter seulement l'accès aux locaux de stockage au personnel formé afin d'éviter tout déversement et fuite accidentels de produits chimiques dans l'environnement. A cet effet, une liste de toutes les substances nocives utilisées sur le site sera dressée et comportera entre autre les éléments suivants :

- Le nom chimique du produit ;
- Les catégories de chaque produit nocif pour indiquer les précautions à prendre surtout pour le stockage mixte ;
- Les zones de stockage et de traitement ;
- Les détails sur les quantités stockées et les fournisseurs du produit chimique ;
- Les fiches techniques pertinentes de santé et sécurité ;
- Les détails des procédures d'urgence et les agents de neutralisation ;
- Les procédures opérationnelles et de neutralisation y compris les exigences de stockage, les équipements de sécurité nécessaire, les formations requises et les instructions spécifiques de nettoyage ;
- Tous les réactifs, combustibles et lubrifiants seront stockés dans une zone clôturée et sécurisée afin de limiter et contrôler l'accès.

2.6.5. Le bilan des cyanures

Le cyanure de sodium sera introduit par pompage dans le processus de flottation pour favoriser la précipitation de la pyrite et la production de concentrés d'une teneur plus élevée. Les quantités de cyanure de sodium ne seront pas assez élevées pour être dangereuses pour l'environnement.

2.6.6. Les mesures préventives et d'urgence prévues sur le site

KAMCO développe actuellement une mise à jour du plan de préparation et d'intervention d'urgence. Ce plan comporte les éléments suivants:

- Identification de secteurs où les accidents et les situations d'urgence peuvent se produire ; communautés et personnes pouvant être affectées ; procédures d'intervention ; approvisionnement en équipements et en ressources ; assignation des responsabilités ; communication, y compris les communications avec les communautés affectées ; et formation périodique pour s'assurer de l'efficacité de l'intervention ;
- Activités, ressources et responsabilités de préparation et d'intervention, et mécanismes visant à fournir de l'information aux communautés affectées potentielles et aux organismes gouvernementaux pertinents ; et

Pour les travailleurs et les communautés, fournir des détails concernant :

- Dispositions pour apporter une assistance et collaborer avec les communautés affectées potentielles et les organismes gouvernementaux locaux dans leurs préparatifs pour intervenir de façon efficace dans l'éventualité d'une situation d'urgence, en particulier lorsque leur participation et leur collaboration sont nécessaires pour assurer l'efficacité des interventions ;
- Procédures spécifiques pour les interventions d'urgence ;

- Formation des équipes d'intervention d'urgence ;
- Coordonnées d'urgence et systèmes/protocoles de communication (y compris les communications avec les communautés affectées, lorsque nécessaire) ;
- Procédures d'interaction avec les autorités gouvernementales (services d'urgence, de santé, d'environnement) ;
- Infrastructures et équipements d'urgence permanents (par ex., postes de premiers soins, matériel de lutte contre le feu, équipement d'intervention en cas de déversement et équipement de protection individuelle pour les équipes d'intervention d'urgence) ;
- Protocoles d'utilisation des équipements et infrastructures d'urgence ;
- Identification de routes d'évacuation et de points de rassemblement ;
- Exercices de situation d'urgence et fréquence de tels exercices, sur la base des niveaux/degrés d'urgence.

Procédures de décontamination et moyens de procéder à des mesures correctives d'urgence pour contenir, limiter et réduire la pollution à l'intérieur des limites physiques des terres du projet et de ses actifs, dans la mesure du possible.

Les plans d'évacuation d'urgence générale suivront les codes sud-africains et américains. Le lavage de personnel mobile est considéré comme un moyen d'évacuation sûr et efficace dans des conditions pouvant être rencontrées sous terre. Des systèmes de lavage de pneus en caoutchouc éprouvés utilisant des moyens de transport en forme de balle, qui peuvent être abaissés dans des trous de ventilation, permettent d'extraire efficacement du personnel autrement piégé.

Les procédures de définition, d'évaluation et de révision du système d'évacuation d'urgence seront développées dans le cadre de la stratégie d'évacuation d'urgence. Des exercices d'urgence simulés (entraînement) seront effectués à la mine à intervalles réguliers.

2.7. L'effluent final

L'effluent final de l'exploitation des de Kansoko et Kakula sera constitué par l'eau souterraine d'exhaure, les résidus liquides et solides de flottation, les eaux de nettoyage et de ruissellement du site du projet Kamoia - Kakula.

L'eau souterraine sera utilisée comme eau de traitement dans l'usine de traitement. Les résidus de flottation seront déposés dans une installation de stockage des résidus (TSF).

2.7.1. Modalités de déversement de l'effluent final

Le surplus d'eau propre des trous de forage d'exhaure provenant des mines Kansoko et Kakula, qui ne sera pas nécessaire aux opérations des usines, sera déversé

respectivement dans les rivières Lulua et Kakula. L'eau sale provenant des opérations minières souterraines sera réutilisée dans le processus d'opération de l'usine. L'eau des mines sera stockée à l'aide d'un barrage en surface (capacité de 2 500 m³ pour chaque mine) pour retourner en souterrain par effet de gravité.

Les usines sont conçues pour être des infrastructures à zéro déversement, l'eau étant réutilisée dans les procédés. Des contrôles des eaux pluviales seront aménagés pour séparer l'eau propre et l'eau sale; des infrastructures de rétention (avec fond imperméable et digues avec pompes de retour pour les effluents liquides) sont prévues pour contenir tout déversement depuis les magasins et réservoirs de réactifs.

Les eaux usées seront déversées avec les rejets dans l'infrastructure d'entreposage des rejets; le surnageant sera retourné au procédé, tel qu'indiqué à la section 3.6.

2.7.2. La localisation du point de déversement de l'effluent final

Les usines étant conçues pour être des infrastructures à zéro déversement, il n'existe pas de point de déversement spécifique. Le surplus d'eau souterraine propre sera déversé après analyse physico-chimique, dans la rivière Lulua (à Kansoko) et dans la rivière Kakula (à Kakula). La conception et l'emplacement exacts sont en voie d'être définis dans le cadre des travaux de planification de mine en cours.

2.8. Les eaux utilisées

Une simulation du bilan hydrique quotidien a été entreprise afin de déterminer la quantité d'eau pouvant être stockée sur le parc à résidus miniers, ainsi que le volume d'eau de retour attendu (en pourcentage de l'eau dans le lisier se rapportant à la TSF). Les résultats de la simulation sont illustrés à la figure 18.

Il a été déterminé que pendant les mois humides, une capacité suffisante peut être disponible sur le parc à résidus miniers pour limiter le retour d'eau à 100%, tout en décantant / évaporant lentement l'eau pendant les mois secs.

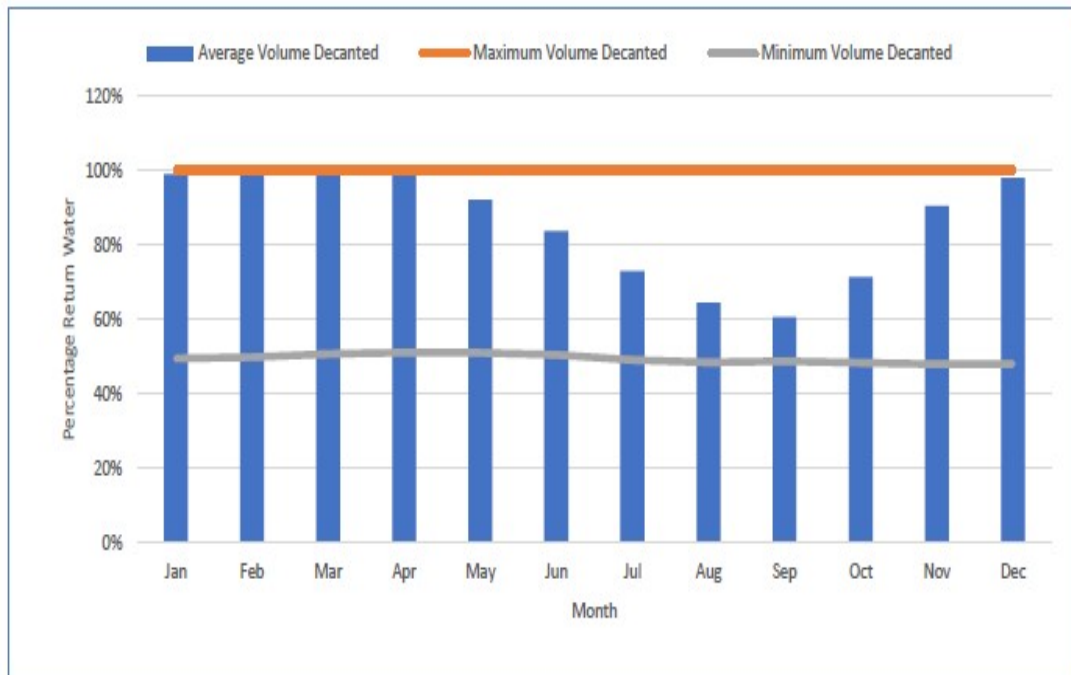


Figure 17: Les résultats de la simulation du bilan hydrique quotidien

Le système de gestion de l'eau actuellement prévu est décrit ci-dessous.

2.8.1. Bilan hydrique de l'exploitation minière souterraine

Le bilan hydrique du site global sera modifié au fur et à mesure que les mines souterraines sont développées. Les débits d'infiltrations d'eau souterraine dans les infrastructures minières augmenteront à mesure que la mine prendra de l'ampleur. Cela signifie que les débits d'eau à gérer augmenteront, pouvant mener à un surplus d'eau de mine sur les sites miniers.

Les principales caractéristiques de la gestion de l'eau, pour les trois étapes du développement minier (sans doute semblables pour Kansoko et Kakula) sont les suivantes :

Étape 1 – Configuration d'aménagement provisoire (Figure 19) :

- L'eau des services de mine sera stockée à l'aide d'un barrage en surface (capacité de 2 500 m³ pour chaque mine) pour retourner en souterrain par effet de gravité ;
- L'eau sale sera pompée depuis le front de taille jusqu'au barrage permanent le plus proche ; le pompage contribuera par ailleurs à contrôler l'eau provenant des fissures ;

- Le système de décantation (deux barrages en terre ordinaires avec revêtement géo-synthétique (PEHD), placés côte à côte, à chacune des mines) se déversera dans un barrage de transfert, qui sera pompé à nouveau dans le barrage d'eau de services de mine ;
- De l'eau brute sera requise pendant cette phase, à être fournie depuis le réservoir d'eau de services de mine ;
- L'eau sera pompée du réservoir d'eau de services de mine vers les infrastructures souterraines, qui recevront également l'eau provenant des fissures et des opérations de remblayage ; et
- Des pertes seront subies par les puits de ventilation ainsi que par le barrage de décantation par effet d'évaporation.

Étape 2 - Configuration permanente initiale (Figure 20):

Cette configuration sera utilisée lorsque les mines seront en pleine exploitation, jusqu'à ce qu'il y ait suffisamment d'espace extrait pour permettre la construction de barrages souterrains :

- L'eau sale sera pompée vers les barrages de décantation en surface en passant par des barrages de stockage permanents installés dans les galeries inclinées souterraines ;
- Le barrage de surface se déversera dans un barrage de transfert et sera pompé vers le barrage d'eau de services de mine. Le surplus d'eau sera pompé vers le barrage de stockage de l'usine de traitement ;
- Aucune eau brute ne devrait être requise à cette étape en raison d'une quantité suffisante d'eau provenant des fissures dans les infrastructures souterraines ; et
- Comme ci-dessus, l'eau provenant des fissures et des remblais sera reçue dans les infrastructures souterraines, avec certaines pertes par les puits de ventilation et par effet d'évaporation.

Étape 3 – Configuration permanente pendant la durée de vie des mines (Figure 21):

- Cette configuration sera utilisée lorsqu'il y aura assez d'espace pour des barrages de décantation souterrains. L'eau sale sera alors transférée vers ces barrages (plus proches des zones d'exploitation) ;
- Les barrages de décantation se déverseront dans des barrages d'eau claire, qui recueilleront l'eau provenant des fissures et alimenteront le barrage d'eau de services de mine. Le surplus d'eau sera pompé à la surface au moyen d'un système de pompage d'eau claire ;

- De la même manière, des systèmes d'eau sale et de décantation seront utilisés tel que ci-dessus ; et
- Aucune eau brute d'appoint ne sera requise à cette étape en raison d'une quantité d'eau suffisante provenant des fissures dans les infrastructures minières souterraines.

2.8.2. Bilan hydrique de l'usine de traitement de Kakula

Les usines nécessitent une certaine quantité d'eau brute pour l'eau d'étanchéité des pompes et autres usages. Cette eau devra être de meilleure qualité que l'eau de procédé. Lorsque possible, l'eau proviendra des opérations d'exhaure aux galeries inclinées, qui devraient fournir 100 l/s d'eau.

L'eau de procédé sera recyclée depuis les épaisseurs, le puisard d'eaux de retour de l'infrastructure d'entreposage des rejets et les bassins de décantation de l'eau de services de mine, et sera utilisée dans l'usine lorsque possible. Un puisard d'eaux de retour de très petite taille (1000 m²) est prévu à l'infrastructure d'entreposage des rejets, d'où l'eau sera repompée vers l'usine de traitement. L'infrastructure d'entreposage des rejets a été conçue comme infrastructure de stockage de l'eau ; tout surplus d'eau y sera stocké plutôt que dans un barrage d'eaux de retour.

2.8.3. Exhaure des galeries inclinées et surplus d'eau sale

Un système de puits de forage doit être installé pour l'exhaure des galeries inclinées aux mines de Kansoko et de Kakula. L'eau pompée des trous de forage sera de l'eau propre. L'eau sera utilisée comme eau d'appoint pour l'usine et les infrastructures souterraines. Le surplus d'eau sera déversé dans un cours d'eau local après traitement. Le taux d'exhaure prévu est de 110 l/s à chacune des mines.

Le surplus d'eau de procédé à déverser sera généré depuis les infrastructures souterraines. Cette eau contiendra sans doute de la boue, des huiles et de la graisse en plus d'une certaine quantité de sels. La décantation / le traitement proposé en surface permettra d'enlever la plus grande partie de la boue et des contaminants de façon à rendre l'eau utilisable pour les opérations souterraines et pour l'usine. L'eau à déverser contiendra sans doute une forte quantité de sels. Des études additionnelles sont en cours afin de déterminer les méthodes de traitement requises pour permettre des déversements qui respectent les limites de déversement d'effluents en RDC.

2.8.4. Bilan hydrique de l'infrastructure d'entreposage des rejets

Le bassin de l'infrastructure d'entreposage des rejets sera d'une superficie maximale de 130 hectares (rayon moyen de 650 m). Cela implique des précipitations quotidiennes moyennes de 4400 m³, en plus d'un volume quotidien de 7.300 m³ correspondant au

flux des rejets. Dans le bassin, les pertes seront causées par l'évaporation ainsi que l'entraînement de l'eau dans l'infrastructure d'entreposage des rejets. Le surplus d'eau, après les pertes, sera retourné, au moyen du puisard d'eaux de retour, aux deux usines pour y être utilisé. Les pertes dues à l'évaporation sont basées sur la superficie du bassin et un taux d'évaporation annuel de plan d'eau ouvert de 1500 mm, pour une moyenne quotidienne de 5600 m³ de pertes dues à l'évaporation.

L'entraînement dans les rejets est basé sur un taux de porosité *in situ* de 1 et une densité des rejets solides de 2,85 tonnes/m³, pour un débit d'entraînement représentant 3 000 m³ supplémentaires par jour. On estime que les matières de rejets plus fines ont une perméabilité d'environ 1 x 10⁻⁹ m/s. Cette perméabilité a été utilisée pour le bilan hydrique. Le taux de suintement de l'infrastructure d'entreposage des rejets est donc estimé à 115 m³/j pour un bassin d'un rayon de 650 m.

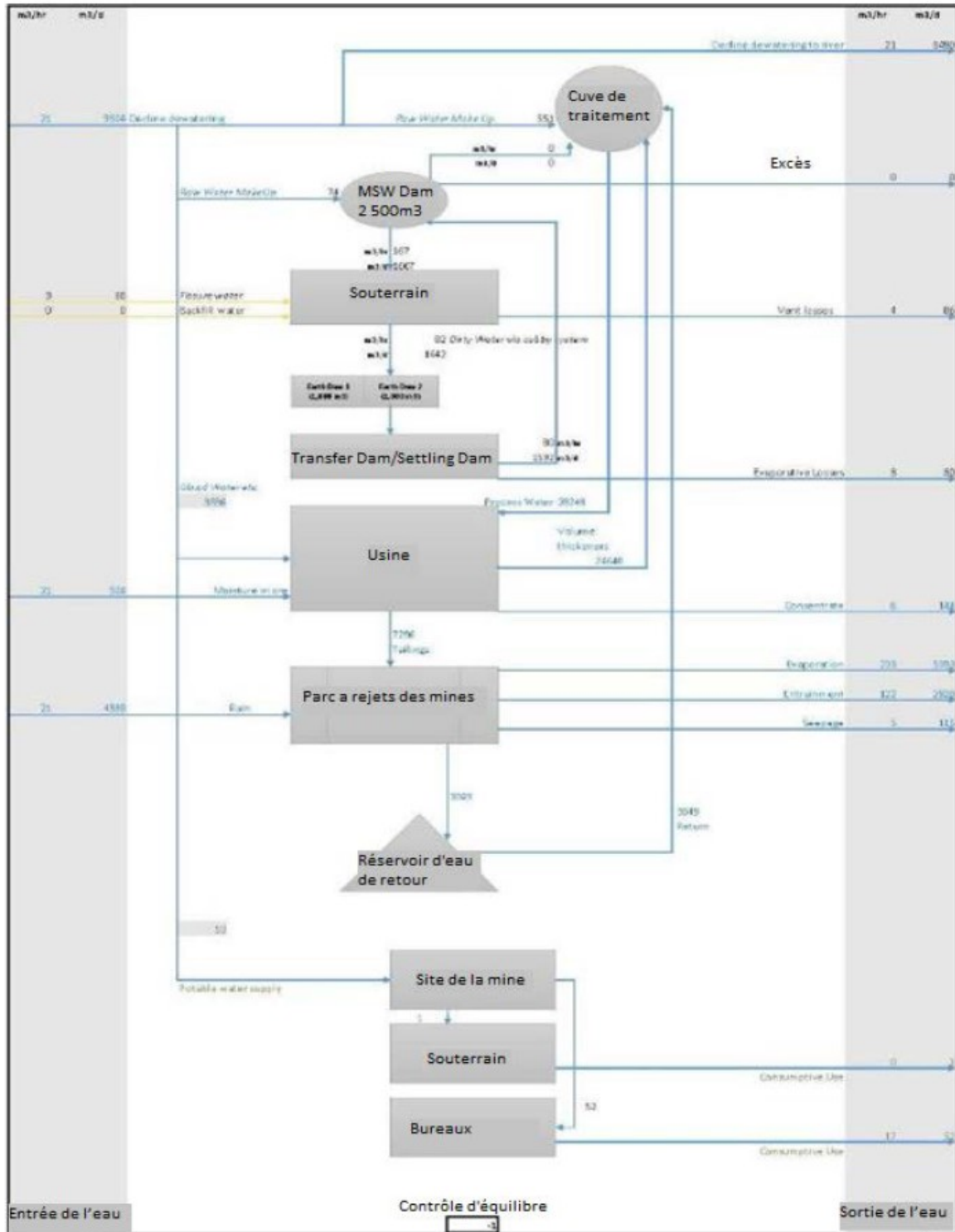


Figure 18: Bilan hydrique: 6 mois (configuration d'aménagement provisoire) – Mine Kansoko

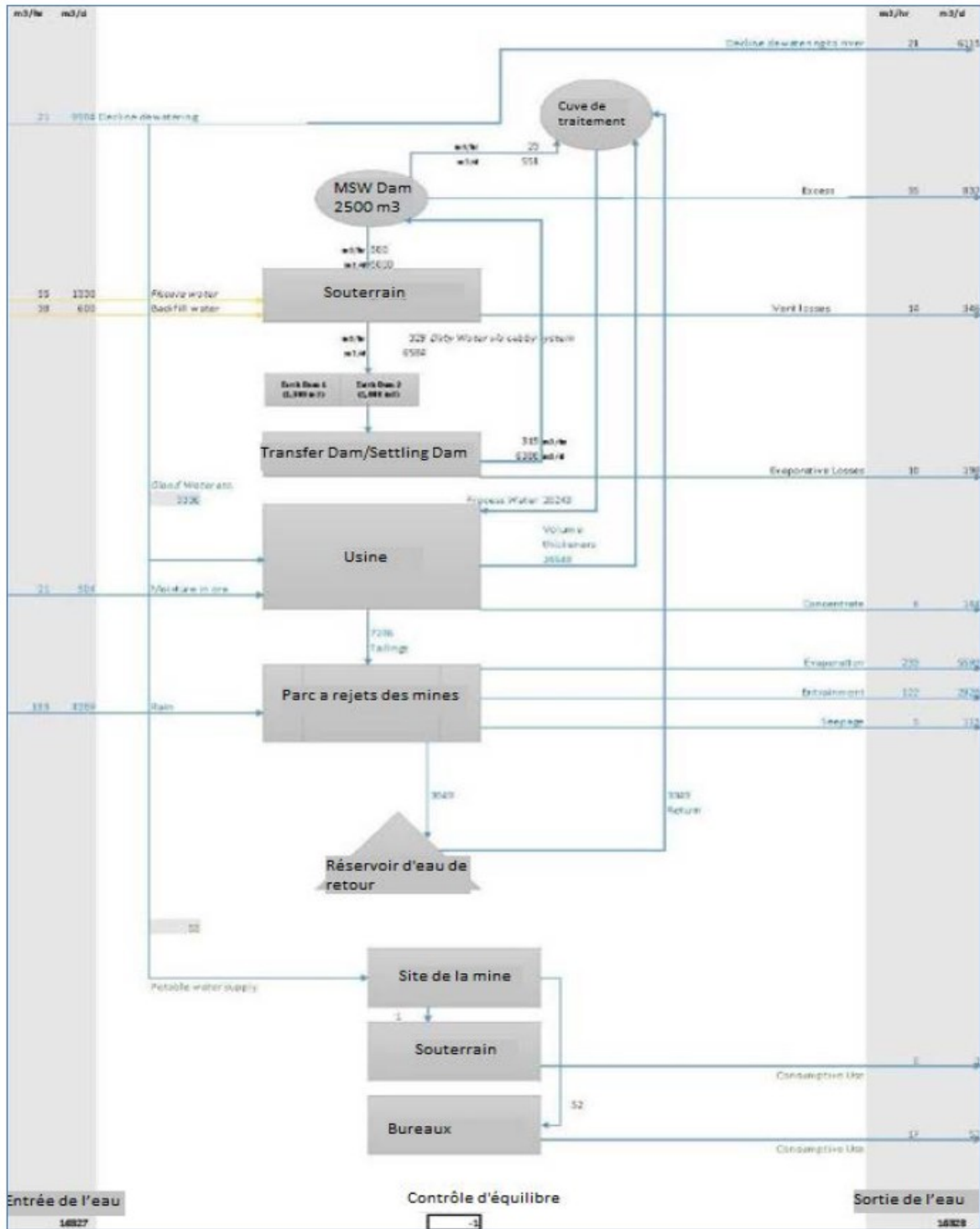


Figure 19: Bilan hydrique: 15 ans (configuration permanente initiale) – mine Kansoko)

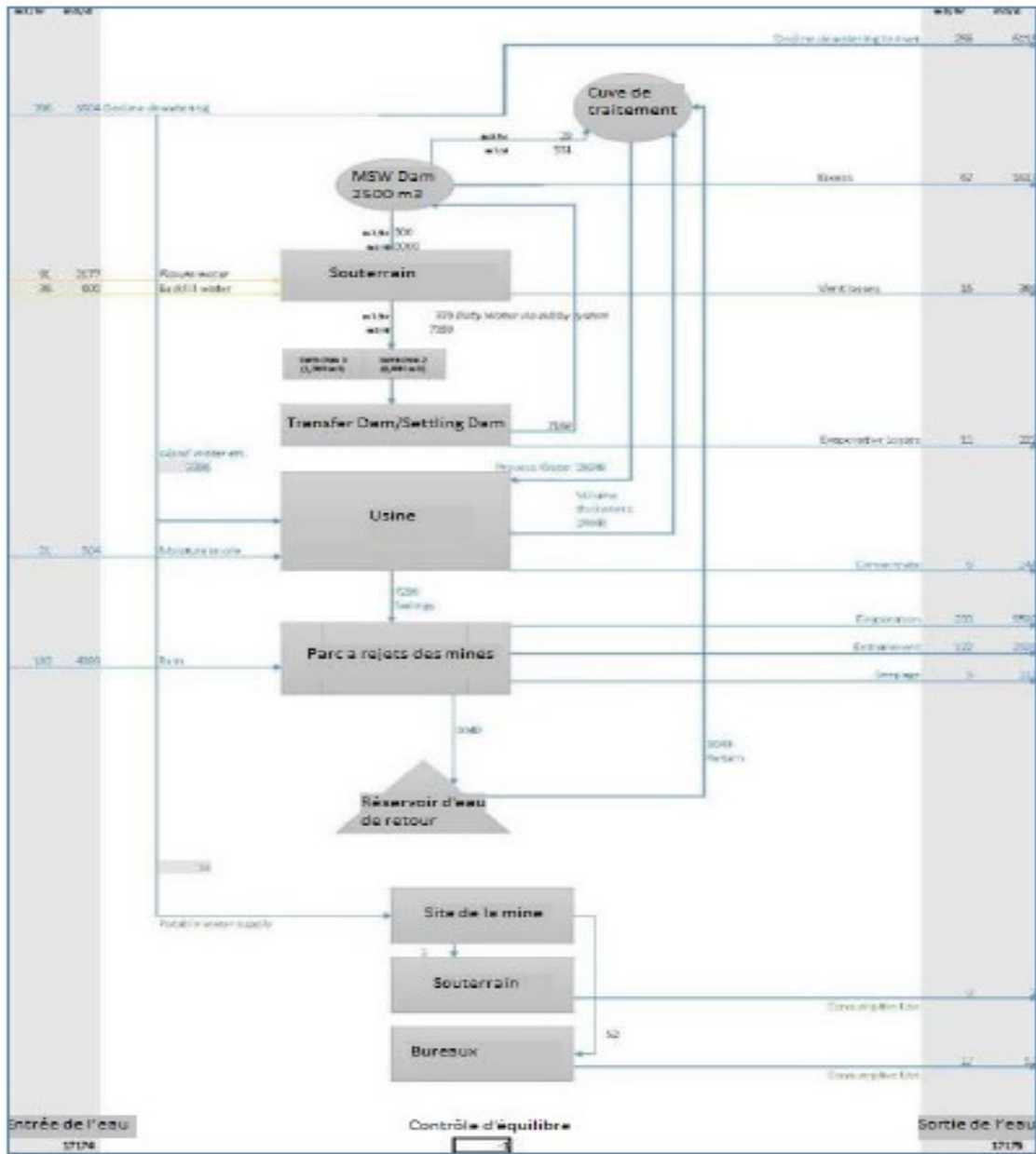


Figure 20: Bilan hydrique: 30 ans (configuration permanente sur la durée de vie de la mine – mine Kansoko)

2.8.5. Les activités nécessitant de l'eau

La conception du circuit d'eau pour le circuit de concentration comprend trois systèmes distincts, à savoir l'eau de traitement, l'eau brute et l'eau potable.

Un réservoir d'eau de traitement de 5 000 m³ sera alimenté par les effluents d'épaississant concentrés en excès, l'eau de retour TSF, les deux produits de débordement d'épaississeur de résidus, les égouts traités et les eaux pluviales. L'eau de process, nécessaire à la dilution, sera distribuée à chaque module de concentrateur via une pompe à eau de process dédiée, soutenue par une pompe de secours commune. L'eau de traitement sera en outre utilisée pour le rinçage général et le flexible, alimentée par une seule pompe de rinçage et de flexible. La conception comprendra en outre une pompe de purge d'eau de traitement pour transférer toute l'eau de traitement en excès à la station de traitement d'eau en excès. L'eau brute alimentant la zone du concentrateur sera pompée à partir du barrage principal de stockage d'eau brute à l'aide d'un système de pompage en attente. L'eau brute sera stockée localement sur le concentrateur dans le réservoir d'eau brute de 1000 m³, d'où elle sera répartie dans l'usine de concentration pour être utilisée comme eau d'appui, constitution de réactif, suppression de la poussière et eau de pulvérisation pure. Le circuit d'eau du joint de filtre-pressé sera conçu en tant que circuit séparé en fonction des exigences de pression. Il comprendra un anneau d'eau principal pour joint de filtre-pressé à pression contrôlée à chacun des modules de flottation-broyage, alimenté par des pompes à eau pour filtre-pressé spécifiques. Une troisième pompe sera fournie en tant que réserve commune au circuit d'eau du joint de filtre-pressé. Les autres eaux brutes seront distribuées aux points requis à une pression contrôlée à l'aide d'une pompe à eau brute pour concentrateur en attente.

L'eau potable de l'usine de traitement d'eau potable sera collectée dans le réservoir de stockage d'eau potable à concentrateur élevé de 20 m³, d'où elle sera acheminée par gravité jusqu'aux points de distribution requis. L'eau potable servira également à alimenter le réservoir d'eau d'incendie du concentrateur de 680 m³; elle sera ensuite distribuée dans le circuit du concentrateur à une pression contrôlée à l'aide d'un système de pompage d'eau d'incendie fourni par le fournisseur, comprenant une pompe électrique, une pompe jockey et un moteur diesel.

2.8.5.1. Demande en eau

La demande en eau estimée pour le scénario de projet est donnée dans le tableau 19. Ces chiffres sont une moyenne sur l'année. Il y aura une grande variation entre les saisons sèches et humides. Une réserve pour imprévus a été ajoutée pour tenir compte de la consommation imprévue, telle que la rétention d'eau accrue de la digue à stériles en raison de résidus plus fins P₈₀.

Tableau19: La demande d'eaux estimée

Description	Unités	Quantités
Besoin en eau de la mine	m ³ /jour	320
Besoin en eau du concentrateur	m ³ /jour	7600
Besoin en eau potable	m ³ /jour	280
Pourcentage	%	10
Total des besoins quotidiens	m ³ /jour	9100

La demande en eau de Kamoa Copper est estimée à 9,1 ML / j pour la mine de 6 Mtpa et à 18,2 ML/ jour pour la production à 12 Mtpa. Les eaux souterraines de l'aquifère régional de grès basal inférieur constituent la source d'approvisionnement en eau privilégiée. Elles proviendront des eaux souterraines du champ de forage sud situé entre 6 et 8 km au sud-ouest du site minier, dans la partie sud du dôme de Makalu. (Golder 2015). L'approvisionnement en eau en vrac sera complété par les forages d'assèchement à forer le long de la ligne de déversement, et pourrait être complété par l'eau du barrage de Haute Luilu (Golder, 2014); ce dernier n'est considéré que comme une éventualité à long terme. L'eau potable pour le projet sera également obtenue à partir du champ de captage.

L'eau brute sera fournie au site via les quatre forages de production formant le puits sud, identifiés par Kamoa. Les forages seront reliés à un pipeline terrestre commun (7 km) qui alimentera un barrage de stockage d'eau situé à l'usine. Ceci fournira toute l'eau brute nécessaire qui sera ensuite utilisée pour fournir l'eau de process requise, l'eau des glandes, le feu et l'eau de reconstitution des réactifs. La plupart des pertes en eau sont dues à l'évaporation et aux infiltrations de la TSF. On estime que l'équivalent de 50% à 60% de l'eau destinée à la TSF sera restitué. Une canalisation d'eau de retour (10 km) acheminera l'eau de la TSF au réservoir d'eau de traitement. L'eau provenant de l'assèchement de la mine sera également utilisée pour la reconstitution de l'eau de traitement.

Pour l'approvisionnement de l'eau sur le site, deux sources potentielles ont été identifiées. Le premier est l'aquifère à l'intérieur du grès qui forme les dômes de Kamoa et de Makalu et constitue également le mur de fond des opérations minières. La deuxième source potentielle est constituée par les principales rivières couvertes par le permis d'exploitation de Kamoa, notamment les rivières Lulua, Tshimbunji et Lufupa. Les rivières ont un fort débit toute l'année et suffisamment d'eau pourrait être extraite avec un simple barrage. L'eau des rivières est considérée comme une éventualité à ce stade, car il est estimé que les forages et l'assèchement des mines fourniront une quantité suffisante d'eau. L'approvisionnement en eau en vrac proviendra des 4 forages (3 en production et 1 en attente) formant le Southern Wellfield. L'approvisionnement sera complété par l'eau obtenue à partir des forages de déshydratation à la baisse.

L'approvisionnement en eau en vrac pourrait être augmenté par un afflux d'eau souterraine dans les chantiers souterrains. Le volume des entrées d'eau dans les mines sera déterminé à l'avenir.

2.8.6. Plan de gestion des eaux présentes sur le site du projet

Golder Associates Africa (GAA) a modélisé la liquidation et formulé des recommandations sur la base des éléments suivants:

- Une ligne d'inondation d'une centaine d'années est appliquée et toutes les structures de la mine seront protégées contre cela. Une ligne d'inondation centenaire est une ligne tracée sur un contour représentant le niveau du niveau d'eau d'une rivière lors d'une inondation.
- Un événement de crue / eau pluviale sur une période de cinquante ans (1/50) a été utilisé pour calculer le ruissellement des eaux pluviales et le débit de pointe, pour dimensionner l'infrastructure de gestion des eaux pluviales requise et sa conception. Il s'agit d'une inondation avec une probabilité de 2% de se produire au cours d'une année donnée.
- Un franc-bord minimal de 0,8 mètre a été appliqué. Le franc-bord en ce qui concerne les barrages de stockage d'eau peut être défini comme la distance entre le niveau d'approvisionnement total (niveau de la crête de l'évacuateur de crue) et le point le plus bas de la crête de la paroi du barrage.

Le système de gestion des eaux pluviales comprend des canalisations d'évacuation des eaux pluviales, des barrages d'eaux pluviales et un drain de rejet. Les drains d'évacuation des eaux pluviales sont un réseau de drains traversant la zone minière, collectant toutes les eaux de ruissellement et les dirigeants vers le bassin 3 d'eaux pluviales. Ces drains sont de tailles variées et sont tous revêtus de béton.

La figure 22 montre la disposition des drains de collecte primaires. Des drains secondaires supplémentaires ont été positionnés pour canaliser toutes les eaux de ruissellement.

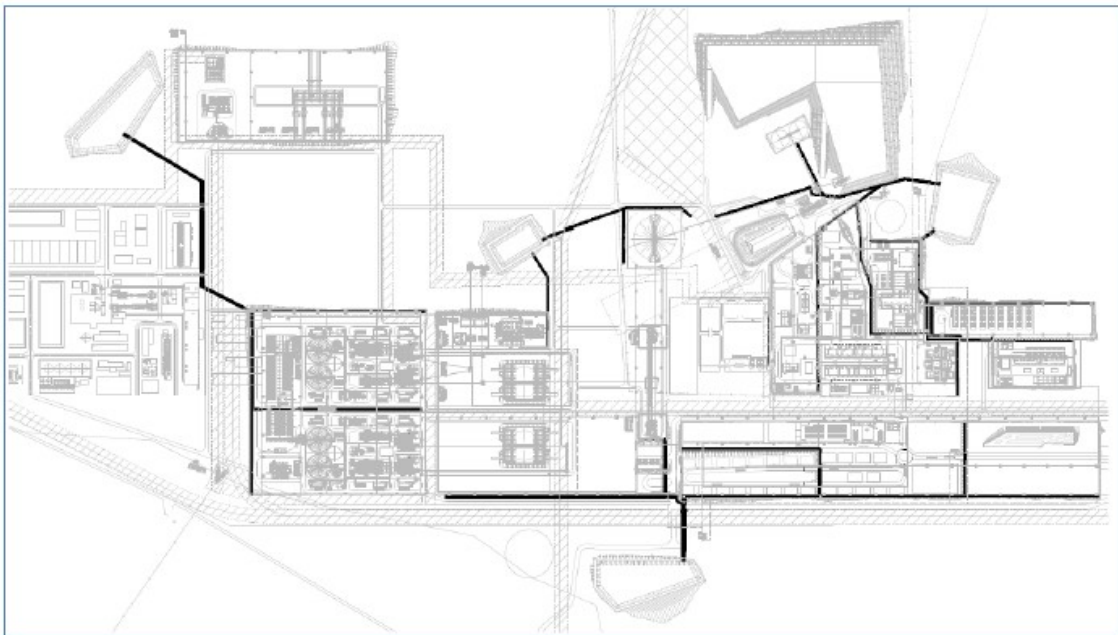


Figure 21: La disposition des drains de collecte primaires

Le déversement de l'eau propre collectée dans la rivière la plus proche se fera par un drain de décharge conçu pour minimiser les risques d'inondation des environs.

L'eau sale recueillie dans les barrages d'eaux pluviales se déversera au-delà de 1:50 dans le cours d'eau le plus proche.

2.8.6.1. Installations de stockage d'eau

Différents types de barrages ont été proposées en fonction de leurs besoins variés. Le tableau 20 indique les installations de stockage d'eaux autorisées et les capacités associées.

Tableau 20: Les installations de stockage d'eaux prévues et les capacités associées

Installations et capacités de stockage d'eau	Matériau de construction	Capacités
Bassin d'eaux 1	Barrage de terre	32 ML
Bassin d'eaux 2	Barrage de terre	47 ML
Bassin d'eaux 3	Barrage de terre	17 ML
Bassin d'eaux 4	Barrage de terre	11 ML
Digue à résidus	Barrage de terre	1.000.000 m ³
Retour de l'eau du puisard	Barrage de terre	1400 m ³
Barrage d'eaux brutes	Barrage de terre revêtu de HPDE (géo-membrane)	15 ML
Réservoir d'eau de service	Acier doux	5000 m ³

de la mine		
Réservoir d'eau du process	Béton	5000 m ³
Réservoir d'eau brute du concentrateur	Béton	1000 m ³

Les hypothèses retenues pour cette étude incluent le plan de gestion des eaux pluviales et le système de canalisation ont été développés sur la base des informations les plus récentes disponibles sur l'aménagement du site dont dispose Golder Associates Africa.

La figure 23 ci-dessous montre l'emplacement de l'usine, des stocks et de la zone de déclin.

Les eaux de ruissellement provenant de cette zone seront confinées par des barrages en terre et devront être gérées dans le système d'eau sale de la mine. Des bermes sont nécessaires autour du périmètre de la zone pour empêcher les eaux de ruissellement des zones en amont de pénétrer dans le site. Les eaux de ruissellement provenant du site sont collectées dans des bermes / canaux situés sur le périmètre nord de la zone. Les eaux de ruissellement recueillies par ces bermes sont dirigées vers un barrage de contrôle des eaux pluviales situé au nord du site. La capacité du barrage de contrôle des eaux pluviales est dimensionnée pour stocker le volume de ruissellement provenant de la tempête centenaire de 24 heures.

La profondeur de la tempête sur une période de 1: 100 ans et de 24 heures, de 139 mm, calculée à l'aide des données pluviométriques quotidiennes mesurées à l'aide du pluviomètre Solwezi, a été utilisée pour calculer le volume de ruissellement qui se rapporterait au barrage de contrôle des eaux pluviales. Le ruissellement du bassin versant pour l'événement de 100 ans ne sera pas à 100%. Il y aura des pertes à la fois de stockage de dépression et d'infiltration. La technique SCS a donc été appliquée pour calculer le ruissellement de cet événement. Sur la base d'un bassin versant de 66 ha, un volume de crue d'environ 58 000 m³ a été estimé pour l'événement de 24 heures sur 100 ans. Cette capacité est donc recommandée pour le barrage de contrôle des eaux pluviales.

La superficie du barrage d'eaux pluviales est de 1,5 ha, avec une profondeur de 4 m. Le barrage est supposé être un barrage avec du matériau de paroi provenant du bassin du barrage. Des études géotechniques seront nécessaires pour confirmer l'adéquation des matériaux pour la construction de barrages.

Le plan de gestion des eaux pluviales inclus dans ce document est élaboré à un niveau élevé et devrait être considéré comme un plan conceptuel. Un plan plus détaillé de gestion des eaux pluviales et un système de pipeline seront développés au fur et à mesure de l'avancement du projet minier.



Figure 22: Le barrage des eaux pluviales

2.9. Les infrastructures et les aménagements

2.9.1. Les infrastructures de surfaces

L'ensemble des infrastructures de soutien pour les deux mines (Kansoko et Kakula) sont présentées à la figure 30 de la présente étude. Les bâtiments suivants feront partie des infrastructures des sites miniers de Kansoko et Kakula:

- Bureaux, magasins, cantines, vestiaires et sanitaires ;
- Ateliers - Les ateliers d'ingénierie seront construits à proximité de la zone de production métallurgique. Les ateliers comprendront des infrastructures de vidange d'huile, des ateliers d'entretien ainsi que des zones de services et autres travaux d'usine pour les phases de construction et d'exploitation du Projet ;
- Infrastructures de stockage des réactifs, etc. ;
- Parcs de stockage de carburant diesel ;
- Magasins d'explosifs
- Silos d'émulsions ;
- Puits de ventilation ;
- Routes d'accès spécialement aménagées (en latérite, 11 m de largeur),;
- Bancs d'emprunt ;
- Les zones agricoles ;

- Hébergement du personnel – des unités de logement seront fournies aux employés qui n'habitent pas à Kolwezi. On prévoit actuellement des logements à occupation simple ;
- Services comprenant : cantine, salle de récréation, piscine, infrastructures sportives, remorque anti-incendie, guérite de sécurité, aire d'embarquement des autobus et enlèvement des déchets ;
- Infrastructures d'eaux usées pour les bureaux et les logements des employés, sous la forme d'infrastructures de traitement dédiées conteneurisées ;
- Clinique / infrastructures médicales – La clinique et une infrastructure de premiers soins seront situées sous le même toit, à un emplacement adéquat près des bureaux principaux. Des équipements médicaux, y compris une ambulance, seront également mis à disposition. L'évaluation médicale des travailleurs expatriés sera assurée par un contractant externe ; et

Les routes et services suivants seront fournis à l'intérieur des périmètres des permis d'exploitation de Kansoko et de Kakula :

- Clôtures de sécurité autour du périmètre ;
- Routes internes ;
- Stationnement ;
- Drainage des eaux pluviales ;
- Distribution de l'eau – réseau dimensionné pour la lutte contre l'incendie, avec bouches d'incendie ;
- Réseau d'égouts ;
- Traitement des eaux usées ;
- Mâts d'éclairage ;
- Émetteurs et récepteurs pour téléphones cellulaires ; et
- Communications internes et externes.

2.9.1.1. Infrastructures électriques / Energie

Le projet nécessitera 20 mégawatts (MW) de puissance combinée pour la construction des infrastructures d'exploitation de Kansoko et Kakula, et environ 200 MW pour les phases d'exploitation.

La sous-station Kamoia 220 kV sera alimentée à partir de la nouvelle sous-station NRO (Nouveau Répartiteur Ouest). La sous-station NRO sera financée par Ivanhoe Mines Energy DRC et fait partie de l'accord de prêt. Ce poste sera alimenté par le poste 220 kV SCK de Kolwezi. La sous-station SCK est une importante station de transmission de 220 kV sur le réseau sud de la SNEL. Elle est alimentée par les lignes à courant continu Inga - Kolwezi de 500 kV.

Une ligne de transport à double circuit de 220 kV (35 km) sera installée entre NRO et le point d'alimentation de Kamoia à 220 kV. Le comptage se fera au point de décollage de la sous-station NRO car la ligne restera la propriété d'Ivanhoe Mines Energy DRC. La figure 24 indique la servitude de ligne 220 kV prévue.

Cinq transformateurs 220/22 kV 40 MVA seront installés. L'alimentation est conçue pour assurer la redondance N + 1 sur la ligne de transport et les transformateurs. La construction de la ligne aérienne 220 kV (ligne aérienne) et de la sous-station devrait débuter au cours du second semestre de 2019. Le dernier devis budgétaire, les contrats d'auto-construction et de fourniture d'électricité ont été rédigés pour être inclus dans l'estimation des immobilisations. La surveillance de l'approvisionnement entrant se fait à la sous-station Kamoia 220/22 kV.

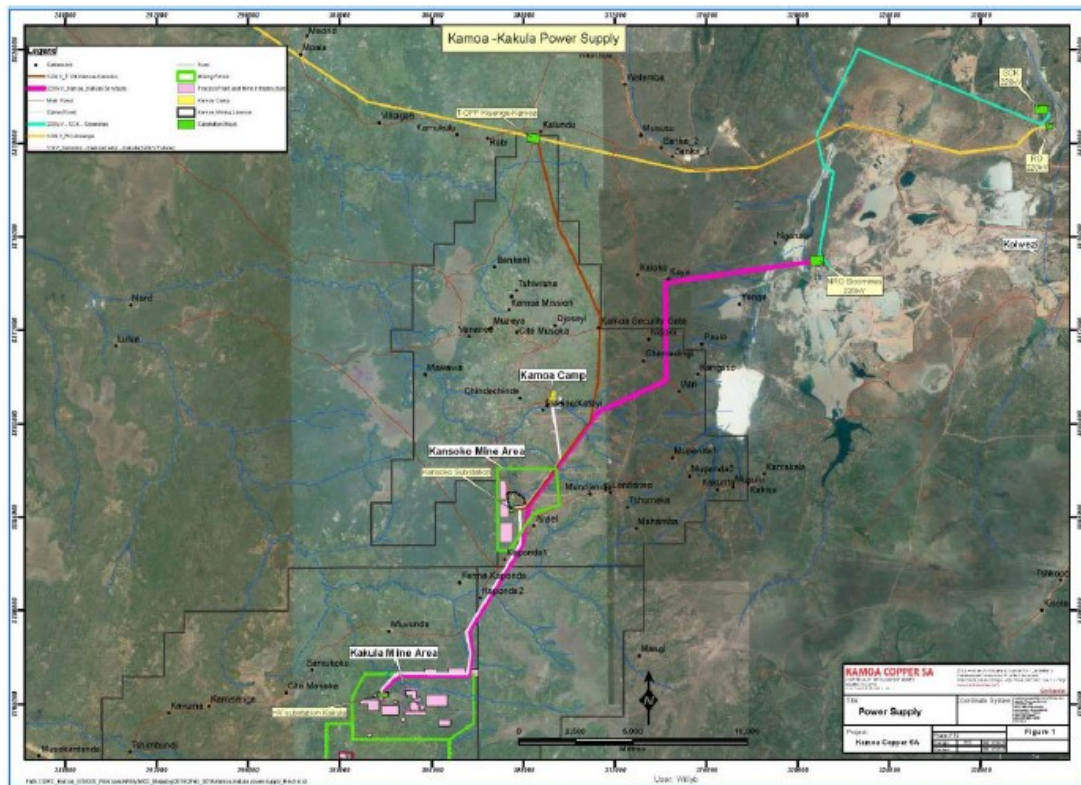


Figure 23: Liaison aérienne prévue de Kakula 220KV

La société Ivanhoe Mines a conclu un protocole d'accord et une première entente de préfinancement avec la Société Nationale d'Electricité (SNEL) pour améliorer les centrales hydroélectriques Mwadingusha et Koni, près de Likasi, et Nzilo près de Kolwezi.

Deux nouveaux postes électriques de 200/120 kV seront construits à côté des usines de traitement de Kansoko et Kakula ; une nouvelle ligne de transport d'électricité 220

kV de 30 km et une nouvelle ligne 220 kV de 10 km assureront l'alimentation du site en électricité. Toutes les infrastructures d'énergie appartiendront et seront opérées par Kamoacopper SA.

2.9.2. L'infrastructure souterraine

2.9.2.1. Conception de l'accès à la mine

L'accès à la mine est nécessaire pour assurer un transport sûr et fiable du personnel et du matériel miniers, pour la production, pour les voies de ventilation en entrée et en sortie, et pour faciliter la réticulation de tous les services à destination et en provenance des travaux de la mine.

L'incliné du convoyeur principal sera suffisamment large pour pouvoir accueillir le convoyeur ainsi que de gros équipements mobiles, tels qu'un chariot de manutention à gauche ou un camion, tout en maintenant l'accès piétonnier. La direction du voyage dans les déclin devrait être en montée dans le déclin du convoyeur principal et en descente dans le déclin du service principal. À environ 1030 m du portail de la rampe, des galeries à accès double seront développées à partir du déclin de la desserte principale vers les galeries à périmètre. Ces galeries fourniront également un accès au magasin principal et à la zone initiale de basculement de camion. (Voir la figure 25).

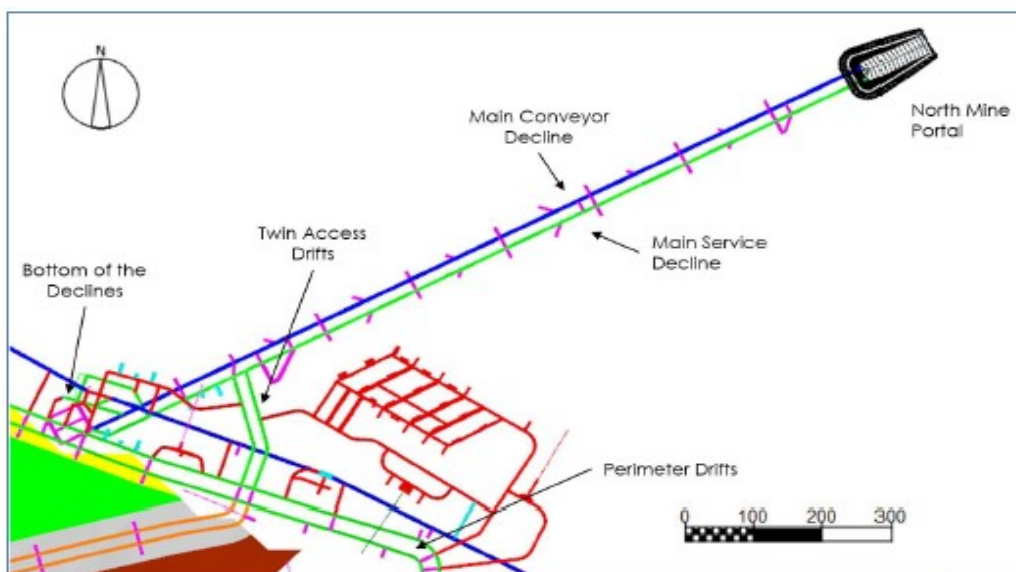


Figure 24: L'incliné du convoyeur principal de la mine de Kakula

Le déclin sud est un déclin simple de 5,5 m W x 6 m H de la dérive superficielle au périmètre sud. Il ciblera l'élévation du périmètre de la dérive qui permettra d'accéder aux galeries à double périmètre sud-est et sud-ouest (Figure 26).

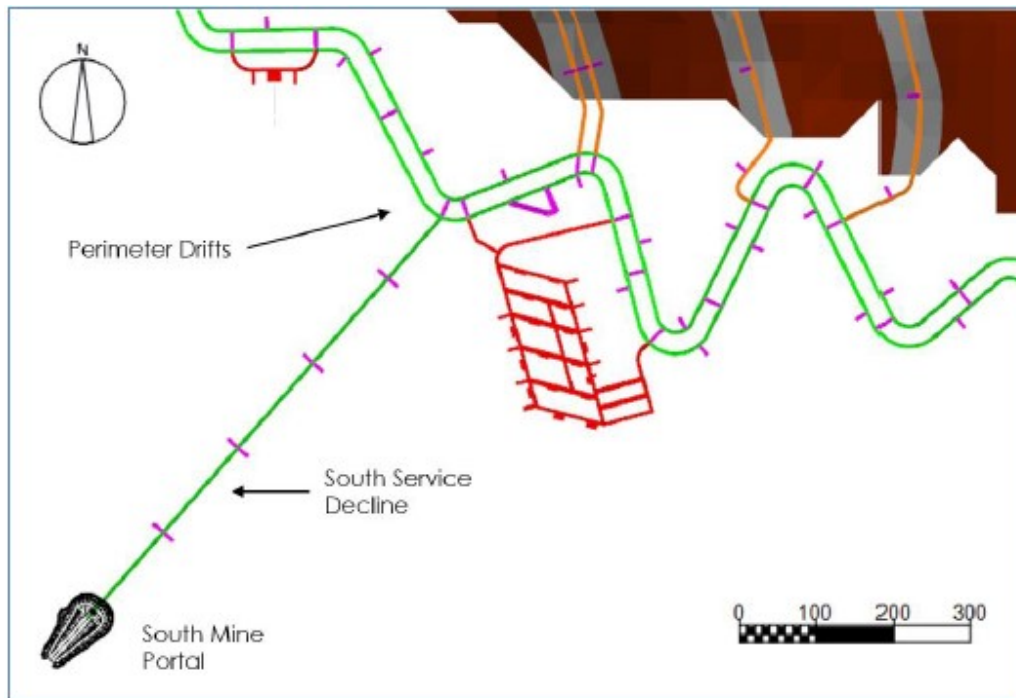


Figure 25: L'incliné sud de la mine de Kakula

A partir du bas des inclinés Nord et Sud, une paire de galeries de service de 5,5 m de largeur sur 6 m de hauteur sera conduite aux extrémités Est et Ouest du gisement et servira de principal accès aux zones de production et aux infrastructures souterraines. Ces galeries serviront de circuits de ventilation primaires d'admission et d'échappement et seront connectées à une série de puits de ventilation d'admission et d'échappement. Les galeries de convoyage de périmètre sont situées à l'extérieur des galeries de périmètre Nord et se terminent à l'incliné du convoyeur principal.

Les galeries de connexion entre les galeries des périmètres Nord et Sud fourniront un accès et une ventilation aux zones minières prévues. La pente maximale pour ce développement sera de 8,5 °.

Pour la mine de Kansoko :

L'accès à la mine se fera par un ensemble de doubles déclins du portail à la sortie de Kansoko Sud / Centrale. Une baisse hébergera le convoyeur principal et l'autre sera utilisée pour le déclin du service. Les déclins depuis la surface seront inclinés à -8,5 °, considérés comme l'inclinaison optimale pour les équipements mécanisés. Le déclin du convoyeur s'étendra au-delà de l'échappement Kansoko Sud / Centrale jusqu'au système de silo de stockage. L'inclinaison du convoyeur augmentera jusqu'à -12 ° pour permettre la construction des silos de stockage sous l'horizon minéral. Du haut du

système de silo de stockage, le déclin du convoyeur Kansoko Sud sera développé au sud jusqu'au bloc minier le plus au sud, Kansoko Sud.

Le déclin du service s'achèvera à la sortie de Kansoko Sud / Centrale et une série de triples déclins sera développée le long de l'accès Kansoko Sud / Centrale à la sortie de Kansoko Sud. Des triples déclins seront ensuite développés dans les zones minières des centrales nord et sud, et un réseau de routes jumelées sera développé dans la zone minière de Kansoko Sud.

Les dimensions du développement seront de 5,5 m de large x 6,0 m de haut pour la galerie de service et de 7,0 m (L) x 6,0 m (H) pour la galerie du convoyeur, en fonction de la conception du convoyeur, des exigences de la ventilation et des dimensions de l'équipement. Le portail est positionné de manière à faciliter un accès rapide aux parties moins profondes du gisement et aux zones à haute teneur de la zone minière de Kansoko Sud. Il permet également un développement précoce vers les zones à haute teneur de la zone minière Centrale. La figure 27 montre le portail, les baisses et les infrastructures souterraines.

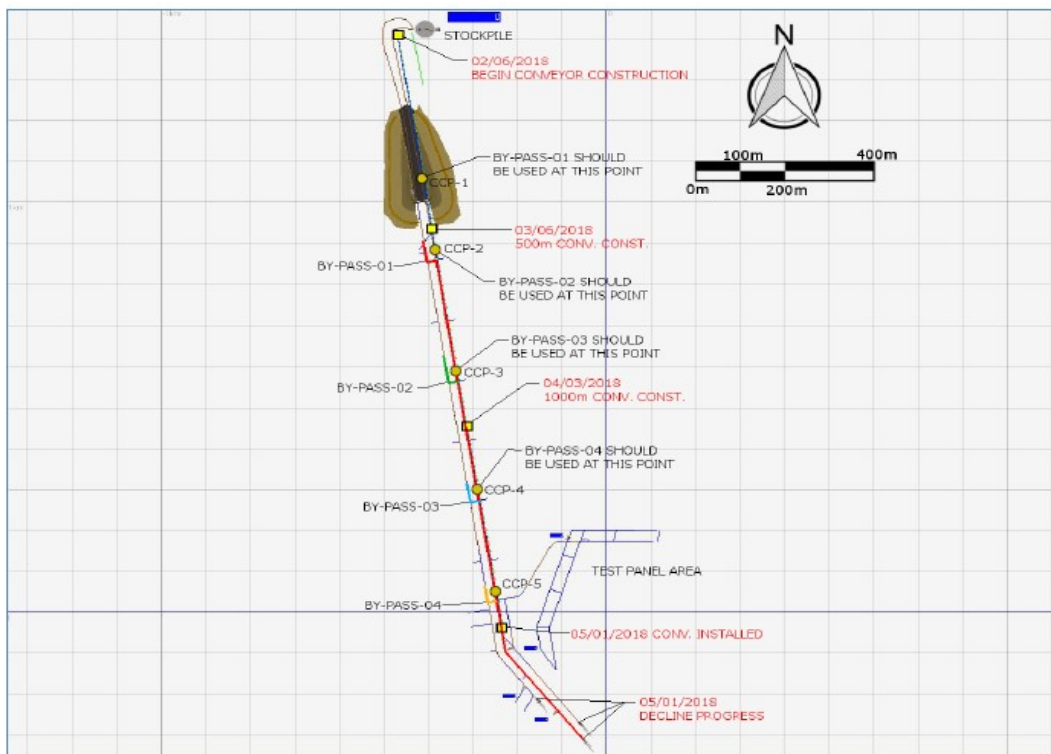


Figure 26: Le portail, les baisses et les infrastructures souterraines.

2.9.2.2. Système de ventilation

Le système de ventilation est conçu pour fournir une entrée d'air frais localisée aux principales zones minières - Sud, Centrale Nord et Centrale Sud - avec une ventilation dédiée réservée à chacune des zones minières. Les ventilateurs sont situés au niveau des puits d'échappement en surface, dans la mesure du possible, afin de réduire le gain de chaleur dans l'alimentation en air frais.

Le parc d'équipements mobiles souterrains sera alimenté au diesel et le refroidissement de l'air de la mine sera mis en œuvre si nécessaire pour maintenir la qualité de l'air souterrain dans les limites appropriées. En conséquence, le système de ventilation de la mine a été principalement conçu comme un système «tiré», avec des ventilateurs de surface sur les puits d'échappement pour améliorer le contrôle du système de ventilation.

Le schéma de configuration de la mine illustrant l'emplacement des puits de ventilation est illustré à la figure 28. Le système de ventilation a été conçu pour fournir de l'air frais à travers des puits du côté nord, et les nord et sud déclinent, tout en évacuant l'air de retour par les puits de ventilation du côté sud. Les ventilateurs sont situés au niveau des puits d'échappement en surface, dans la mesure du possible, afin de réduire le gain de chaleur dans l'alimentation en air frais et de mieux contrôler le flux d'air en minimisant les fuites. De plus, tous les ventilateurs principaux seront équipés d'entraînements à fréquence variable afin de pouvoir moduler le débit d'air sortant de chaque arbre. Les réglementations sud-africaines relatives à la ventilation des mines et les meilleures pratiques de l'industrie ont été prises en compte lors de l'évaluation des exigences en matière de ventilation.

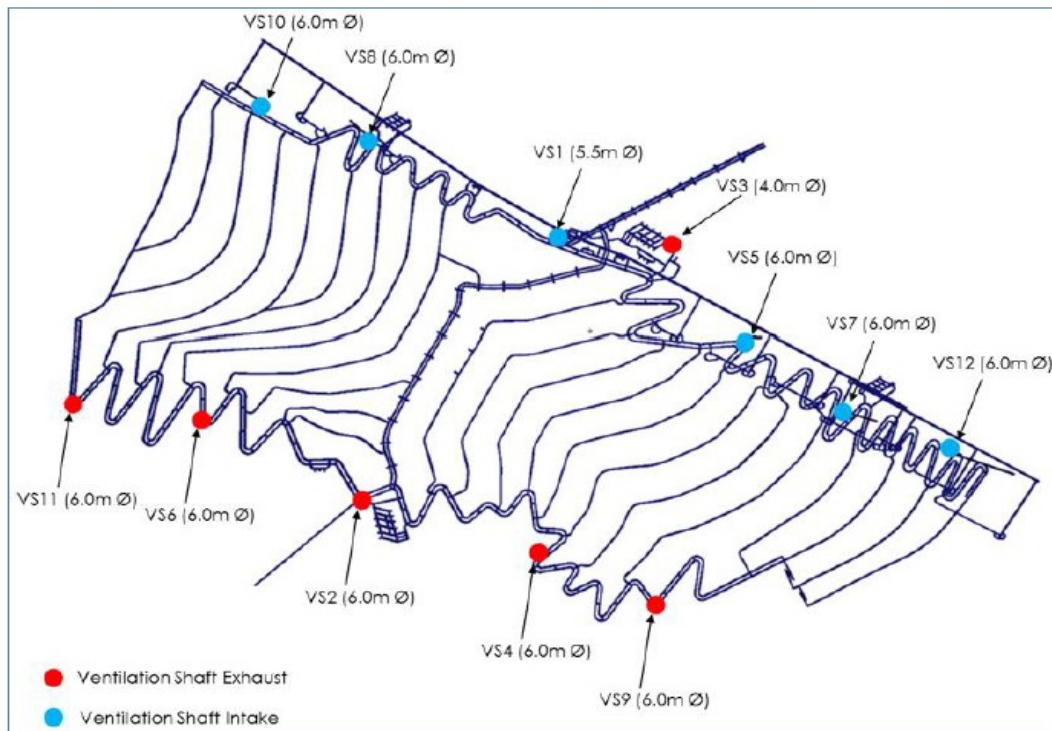


Figure 27: Le schéma de configuration de la mine illustrant l'emplacement des puits de ventilation

Des ventilateurs d'appoint souterrains seront installés dans les ateliers ouest et est pour aider à ventiler les magasins et à maintenir les galeries du convoyeur sous pression négative.

Pendant le développement de la baisse d'accès principal, les baisses de service principal et de convoyeur principal seront conduites à l'aveuglette sur une coupe croisée sur deux, où la coupe transversale sera utilisée pour établir une boucle pour le prochain segment aveugle. Lorsque la boucle est créée, le déclin du service sera utilisé comme voies de retour et le déclin du convoyeur sera l'air d'admission. Lors du développement des en-têtes de blinds, un système de recouvrement d'échappement sera utilisé pour des performances et une sécurité maximales. L'augmentation initiale de la ventilation d'échappement (Vent Raise N°1). Les principales rampes jumelées fourniront l'air frais et le flux de retour seront évacués par la ventilation.

Au fur à mesure que la durée de vie de la mine progresse, les augmentations supplémentaires de la ventilation en entrée et à venir seront développées pour répondre à la demande. Tous les ventilateurs principaux, à l'exception de ceux qui ventilent le Vent Raise N°1, seront installés à la surface.

La «ligne triple» du développement menant aux zones minières fournira l'air frais sous la forme du système traversant. Deux galeries de service primaire et une galerie de

convoyeur principal seront conduites à l'aveugle sur une coupe transversale sur deux. Chacune des zones minières est prévue pour un puits d'admission, elle est rendue accessible aux régions Sud, Centrale Nord et Centrale Sud.

Les galeries secondaires définissent le panneau et constitueront la principale voie de ventilation du panneau. Celles-ci seront développées en suivant l'altitude du contour du minerai, orientée proche du gisement. Ce seront des titres jumelés avec des coupes transversales entre les galeries. Au cours du développement des secondaires, l'une des entrées sera l'entrée et l'autre fonctionnera comme un échappement.

La direction de l'exploitation typique au sein des panneaux de chambre et pilier à convergence contrôlée commencera aux extrémités. Les chambres et les ceintures seront minées à côté du secondaire aux extrémités du panneau afin d'établir une ventilation continue. Le circuit de ventilation typique passera par les galeries secondaires dans la zone d'extraction active une fois la connexion établie. L'air frais va affluer sur la face de la mine en raison de la pression négative du côté de l'échappement reliée à une augmentation d'échappement. La distribution de l'air dans les salles sera contrôlée au moyen de joints de ventilation, de rideaux, de sections de piliers et de ventilateurs à jet, y compris les ventilateurs d'appoint.

Les coupes transversales ne nécessitant pas d'accès ultérieur peuvent être scellées avec des murs en béton projeté. Les voies respiratoires primaires et secondaires sont considérées comme un développement à long terme et nécessiteront un appui au sol correspondant à long terme. Une combinaison de régulateurs et de portes d'aération, associée à des ventilateurs auxiliaires, dirigera le flux d'air vers les zones minières actives. La possibilité d'utiliser la ventilation à la demande devrait également être explorée.

Le débit d'air requis prend en compte le facteur d'utilisation des équipements mobiles et est évalué à 0,063 m³/s par puissance de freinage, avec des facteurs d'utilisation appliqués. L'équipement indique les besoins en équipage pour le développement, la production (salle et pilier et la convergence contrôlée salle et pilier) et le transport de roche (minerai et / ou déchets). La fuite dans toute la mine a été estimée à 15%, nécessitant un débit total d'environ 1424 m³/s à pleine production.

Cette exigence de flux total suppose que, dans le scénario de production complète, huit panneaux soient actifs et que quatre en-têtes de développement soient en cours, cinq camions devant déplacer des matériaux en dehors des panneaux.

2.9.2.3. Installations de refroidissement de l'air de mine

La réfrigération sera nécessaire pour fournir suffisamment d'air froid et pour que les températures de développement et de rejet des panneaux restent dans les paramètres de conception (c.-à-d. Développement et température de bulbe humide de 28,5 °C). Une comparaison de premier ordre des systèmes de réfrigération alternatifs, notamment des installations de réfrigération enterrées et des machines à glaçons de surface, a montré que la réfrigération de surface utilisant de l'eau glacée était la solution la plus économique. Les systèmes de glace coûtent environ 1,2 fois le coût des systèmes de réfrigération normaux (barrages de fonte souterrains, tuyaux de puits, pompage, échangeurs de chaleur distants, etc.) et les systèmes de réfrigération souterrains ne peuvent être justifiés du point de vue de l'efficacité et de l'exploitation.

Le système de refroidisseur d'air en vrac (BAC) sera installé en surface. Le système BAC sera un échangeur de chaleur à trois étages de type horizontal. L'air frais sera forcé dans la chambre BAC au moyen de trois ventilateurs de force de 200 m³ / seconde positionnés en parallèle sur le côté admission du BAC (600 m³ / seconde au total). La température d'été moyenne du bulbe humide en entrée sera de 20 °C et la température de l'air à la sortie de conception sera saturée à 10 °C. Le BAC sera un système de type à contact direct qui fournira l'efficacité de transfert de chaleur maximale requise. L'eau réfrigérée sera pulvérisée dans l'air en mouvement dans la chambre BAC au moyen de buses de pulvérisation séparées les unes des autres de manière égale le long des conduites d'eau réfrigérée. Les gouttelettes d'eau tomberont au fond de la chambre et seront réticulées dans le système d'échangeur de chaleur à plaques de l'évaporateur de l'installation de réfrigération où le système est répété.

Pour éviter les canalisations terrestres et les interférences avec les infrastructures communautaires, KAMCO a préféré les installations indépendantes de refroidissement de surface. La proposition consiste donc à installer des salles de réfrigération distinctes et des installations de rejet de chaleur aux niveaux 7 et 4 de la ventilation. Les installations de la ventilation n °7 seront dimensionnées pour un taux de TA nominal de 10,0 MW; l'usine de Vent Raise n °4 sera dimensionnée pour un droit de BAC nominal de 4,0 MW.

2.9.2.4. Systèmes de traitement des minerais et des déchets

La manutention souterraine du minerai et des déchets sera conçue pour le transport de minerai brisé et de déchets associés sur pneus et courroies transporteuses, 360 j / an. Les LHD ou les camions de transport transporteront la roche des positions de travail. Le minerai sera transporté à la surface via un convoyeur. Les roches stériles seront déplacées vers la surface à l'aide de camions, de convoyeurs ou seront coulées sous terre dans les zones de chambres et de piliers épuisés.

La mine sera une opération mobile et sans chenilles conçue avec une capacité de 6 Mtpa pour la manutention du minerai et des déchets. Le transport en vrac du minerai et des déchets des zones minières jusqu'aux silos de stockage souterrains primaires se fera via un réseau de bandes transporteuses. Les LHD et les camions de transport seront utilisés pour transporter le minerai des panneaux miniers, par des pointes, sur des convoyeurs dans les zones minières de Centrale Nord, Centrale Sud et Sud, respectivement. Les déchets seront acheminés par camion directement à la décharge, en surface ou dans des zones minées souterraines.

Les convoyeurs de Centrale Nord et de Centrale Sud convergeront vers un seul convoyeur alimentant un silo souterrain. De même, les bandes transporteuses de la région du Sud alimenteront un deuxième silo souterrain. Le minerai sera acheminé à travers le silo vers une courroie de transfert, qui alimentera les principales courroies de dépotage transportant le minerai à la surface. La poulie du convoyeur de la courroie finale dans le système de dépose se déchargera dans une goulotte de décharge du séparateur pour le transfert des matériaux sur le convoyeur d'alimentation de l'usine de traitement ou sur un convoyeur à navette, distribuant la roche sur l'un des deux entrepôts au sol - un entrepôt de déchets et un Stock de minerai.

Il y aura deux passages de minerai situés dans la zone Sud où la galerie de convoyage est située sous le gisement. Ils seront équipés de brise-roches hydrauliques fixes et de grizzlis de dimensionnement (grizzlis à panneaux) nichés au sommet du passage de minerai. Les alimentateurs mécaniques transfèrent le matériau à un débit contrôlé sur le convoyeur.

2.9.2.5. Bacs et points de transfert

La production des zones minières Sud et Centrale sera acheminée vers deux silos de stockage verticaux situés au bas du convoyeur principal (n°1). Les silos contrôleront et réguleront l'alimentation sur les principales courroies de convoyage de dépose et fourniront également une capacité de stockage permettant l'entretien de la courroie et / ou une défaillance de l'une des courroies de convoyeur.

Chaque silo disposera d'une alimentation dédiée provenant respectivement des zones minières du Sud et de la Centrale. Au cours de la phase initiale de développement des travaux, un système de déchargement des camions de transport sera disponible au sommet des silos, avec un grizzly et un concasseur. Cette disposition facilite le chargement de la roche de développement initial dans les silos jusqu'à l'installation et la mise en service des bandes transporteuses. Les deux silos mesurent 13 m de haut sur 6 m de diamètre et ont une capacité utile de 750 tonnes. Les silos seront alignés de manière à éviter l'exploitation automatique après une utilisation prolongée. Les silos seront revêtus de béton de 40 MPa, puis recouverts d'un revêtement de silicate de sodium, ce qui donnera au revêtement une dureté finale d'environ 65 MPa.

Des grizzlis sont situés au sommet de chacun des passages de minerai, qui seront identiques dans tout le système de traitement du minerai. Le fer à repasser sera ramassé à la main. Le système principal de manutention en vrac comprend un réseau de bandes transporteuses situées aux emplacements suivants:

- Incliné principal;
- Convoyeur sud (Drift);
- Dérive de convoyeur de la centrale nord ;
- Dérive centrale du convoyeur;
- Dérive du convoyeur central.

La figure 29 indique un schéma général du réseau de convoyeurs.

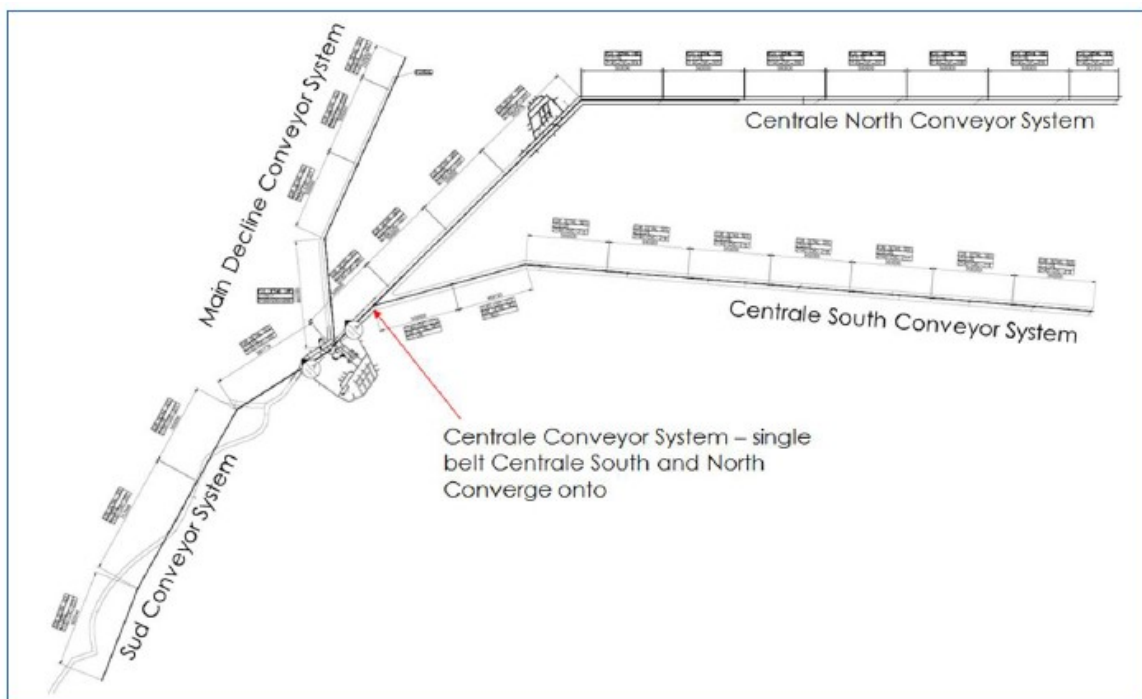


Figure 28: Le schéma général du réseau de convoyeurs.

Tous les convoyeurs de déchargement sont conçus pour acheminer la production totale de minerai de mine de 6 Mtpa. Ainsi, tous les convoyeurs auront une capacité de 1875 t / h et une vitesse de bande ne dépassant pas 2,5 m/s.

Pour le système de convoyage Sud, le minerai sera transporté de la surface à deux passages de minerai par des camions à benne basculante et des LHD. Les passages de minerai alimenteront le convoyeur de déclin Sud. Le minerai est également chargé d'un LHD à travers un grizzly sur l'une des trois ceintures sacrificielles Class 2000 de 15 m de long sur 1 500 mm de large. Les courroies supportent les deux points de

chargement du convoyeur sur le récif dans la zone Sud, qui alimentent le tapis principal du Sud. La largeur de la bande uniformise les courroies, les composants et aide à prévenir les déversements lors du chargement.

Le système de transport Sud comprend quatre bandes transporteuses en série. Les convoyeurs Sud sont conçus pour acheminer le minerai à une vitesse de 6 000 t/j (extraite sur deux panneaux). Les convoyeurs Sud auront une capacité de 488 t/h et une vitesse de bande n'excédant pas 1,6 m/s. Les convoyeurs nos 1, 2, 3 et 4, fonctionnant en série, transféreront les matériaux des passages de minerai et des points de chargement du convoyeur sur le récif dans le silo souterrain de Sud.

Pour les systèmes de convoyage centre-nord et sud, le minerai sera transporté de la face aux passages de minerai par des camions de transport et des LHD. Les passages de minerai seront acheminés vers les convoyeurs à rétention Centrale Nord ou Centrale Sud.

Le système de convoyage Centrale Nord comprend 10 bandes transporteuses en série et le système de convoyage Centrale Sud comprend neuf bandes transporteuses en série. Tous les convoyeurs sont conçus pour acheminer la production de minerai de 12 000 t/j (sur quatre panneaux) à Centrale Nord et Centrale Sud, respectivement, avec des capacités de 900 t/h et des vitesses de bande n'excédant pas 1,6 m/s. Le minerai et les déchets de Centrale Nord et de Centrale Sud convergeront ensuite vers un convoyeur d'une capacité de 1800 t/h qui alimentera le silo souterrain.

Chacune des passes de minerai aura une cloison contenant un agencement d'alimentation qui alimente la bande transporteuse respective. Les camions de transport ou les LHD déchargeront leurs charges à travers le grizzly et dans le passage de minerai. Un alimentateur vibrant alimentera la roche sur la bande transporteuse.

2.9.2.6. Ateliers

Les principaux équipements mobiles resteront sous terre pendant toute la durée de vie de la machine et seront entretenus dans les ateliers souterrains concernés. Les machines ne sortiront de la mine que pour une rénovation complète de l'équipementier, ou pour être mises au rebut et remplacées.

La configuration finale de la mine comprend deux ateliers principaux (principal et central) et plusieurs ateliers satellites. Le principal atelier souterrain sera situé près de l'intersection de la principale déviation et des principaux accès aux gisements Sud et Centrale. Cet atelier souterrain est au cœur des deux zones d'exploitation minière. L'atelier de Centrale sera situé près du coude de la dépouille nord de Centrale afin de réduire les distances de déplacement depuis les lieux de travail à Centrale.

Au fur à mesure que l'exploitation minière progresse et que les distances de déplacement augmentent, des ateliers satellites seront mis en place à proximité des zones de production et dotés des équipements de service appropriés.

Les véhicules du parc de production fonctionnant principalement au niveau de la surface de production (foreuses, boulonneuses et LHD) seront entretenus et entretenus (réparations mineures) dans des ateliers satellites. Tous les véhicules retourneront à l'atelier principal pour les réparations / services majeurs. Les camions transportant les déchets vers la surface ainsi que les UV seront maintenus dans l'atelier de surface. L'atelier de surface sera également équipé pour la reconstruction.

Le gros des pneus sera stocké à la surface. Des quantités minimales de pneus seront stockées sous terre dans la baie attribuée. Les réparations des pneus et l'adaptation aux jantes requises seront effectuées en surface et transportées quotidiennement vers et depuis les ateliers, selon les besoins. La baie de pneus est équipée d'un pont roulant de 5 tonnes.

Le véhicule polyvalent (MPV) est équipé d'un dispositif de traitement des pneus pour faciliter le changement de roues sur le lieu de travail ou au point de panne. Le monospace récupère le pneu dans la baie et renvoie le pneu usagé / endommagé dans la baie. La baie est équipée de supports pour divers pneus à jantes.

2.9.2.7. Distribution de carburant et de lubrifiant

L'approvisionnement en carburant et en lubrifiants est nécessaire au fonctionnement des équipements d'extraction minière fixes mobiles et souterrains.

Une installation de stockage et de distribution de diesel et de lubrification avec des pompes de ravitaillement sera construite en surface, près du portail. Celles-ci seront utilisées initialement jusqu'à l'achèvement des installations de l'atelier principal. L'installation de surface initiale sera utilisée par LOM pour le ravitaillement en carburant des véhicules de surface et du parc minier secondaire, tels que les camions et les UV. Il y a quatre réservoirs en surface d'une capacité de 83 m³ chacun, ce qui donne un stockage total de 332 m³.

Une fois que les installations souterraines auront été mises en service dans l'atelier principal, le diesel sera canalisé depuis la surface à travers un forage dédié. La colonne de conduite menant à la zone de stockage de carburant de l'atelier principal sera une conduite à «dissipation d'énergie» destinée à empêcher les vitesses d'écoulement élevées et l'accumulation de pression. Le diesel sera acheminé par lots vers les réservoirs de stockage souterrains de l'atelier principal. Le carburant sera pompé par lots des réservoirs de l'atelier principal aux réservoirs de l'atelier de Centrale via un tuyau diesel de 50 mm. Des stations de ravitaillement seront disponibles dans les

ateliers principal et central. Le carburant sera distribué aux sections de travail de la centrale et des principales stations de ravitaillement via des cassettes diesel bowser. Ces cassettes seront utilisées pour ravitailler en carburant du matériel lent ou captif, tel que des perceuses à piston, des bolters, des grattoirs de pilier et des pulvérisateurs de béton projeté. Des moteurs diesel de niveau 2 seront utilisés, car le diesel à 15 ppm de soufre ultra-faible est indisponible; 50 ppm de carburant diesel sont actuellement disponibles sur le site.

L'huile de lubrification sera stockée dans des réservoirs en vrac à la surface et distribuée aux ateliers de surface et souterrains. Les lubrifiants en vrac seront transférés vers les ateliers de surface via des pipelines dédiés et transportés sous terre dans des cassettes de lubrification. Les cassettes de lubrification souterraines auront des zones de stockage dédiées. Les réservoirs de stockage de surface ont été conçus avec une capacité de stockage de lubrifiant suffisante pour permettre à la mine de fonctionner pendant environ 30 jours (par qualité de pétrole).

Les huiles usées et autres fluides seront collectés dans des cassettes désignées. Les huiles usées seront déchargées du conteneur de collecte dans un réservoir en vrac qui, une fois rempli, sera transporté hors de la mine.

2.9.2.8. Magasin des explosifs

Un approvisionnement et une distribution d'explosifs constants sont essentiels pour l'exploitation minière souterraine; leur type, leur livraison et leur stockage nécessitent des considérations de conception particulières. La mine souterraine utilisera le système d'émulsion à deux composants, composé d'un produit de base et d'un sensibilisateur combiné au visage.

Chaque type d'explosif sera transporté sous terre séparément et par différentes méthodes. Les explosifs de classe 1, y compris les explosifs 1.1B et 1.1D, seront transportés sous terre à l'aide de cassettes d'explosifs spécialement conçues à cet effet. L'oxydation et l'émulsion de base seront acheminées de la surface vers les réservoirs de stockage souterrains; la distribution dans les zones minières se fera via des cassettes d'émulsion.

AEL a été approchée pour obtenir un coût pour un système de largage vertical approprié pour Kansoko. Le système proposé est bien compris et utilisé dans diverses opérations en Zambie. Les cassettes d'émulsion seront utilisées pour stocker les explosifs à proximité des zones de travail ou dans le magasin de stockage d'émulsions Centrale.

2.9.2.9. Système d'air comprimé

Le système d'air comprimé ne comprendra pas de système de réticulation à l'échelle de la mine à partir de l'installation de surface principale. La tuyauterie sera fournie de la station de compression de surface aux installations de surface, à l'atelier principal souterrain et à la station de refuge principale. La tuyauterie permanente d'air comprimé sera acheminée de la surface jusqu'au sous-sol en passant par le dépotoir.

Trois compresseurs de 1700 cfm seront installés en surface pour fournir de l'air aux infrastructures de surface et aux zones souterraines. Le compresseur sera branché à l'alimentation électrique de secours de la mine, afin de garantir l'alimentation en air comprimé de la chambre principale du refuge pendant les pannes de courant.

La tuyauterie sera installée pendant le développement des déclins primaires et s'étendra dans l'atelier de maintenance souterrain et dans la chambre du refuge souterrain permanent. L'air comprimé à usage général ne s'étendra pas aux autres sections de la mine; toutefois, on envisagerait d'étendre la tuyauterie à des zones à utiliser localement dans les installations situées le long de la route, si nécessaire.

Les compresseurs embarqués seront disponibles pour les travaux utilitaires nécessitant de l'air comprimé. Ceux-ci seront dimensionnés pour l'équipement qu'ils serviront. Les équipements / installations souterrains qui utiliseront des compresseurs embarqués sont les suivants:

- Jumbos (développement, boulonnage de roche et de câble).
- Camions de service des mécaniciens (p. ex. Lubrifiant, carburant, entretien).
- Camions de chargement explosifs (pour nettoyer les trous de mine).
- Equipement de placement de béton projeté.

2.9.2.10. Logistique de manutention et stockage

Les matériaux, l'équipement et les fournitures minières seront livrés par route à l'entrepôt du site minier situé à la surface. L'entrepôt du site minier gèrera et recherchera des services pour l'usine de traitement et les opérations minières.

Les zones de stockage souterraines désignées seront situées dans toute la mine et généralement à proximité du point d'utilisation. Les zones de stockage désignées pour le support d'infrastructure (par exemple, magasins d'explosifs, carburant et lubrifiant, articles d'entrepôt en transit) bénéficieront d'un support permanent, y compris du béton projeté. Ces zones auront des sols en béton et un éclairage.

Les fournitures minières seront gérées et obtenues à partir de l'entrepôt du site minier en surface et seront conservées dans des zones de dépôt situées à proximité des

opérations minières. La zone de dépôt principale sera conçue comme un service au volant.

2.9.2.11. Stations de refuge

Les stations de refuge devront abriter le personnel minier souterrain dans un lieu sûr et sans danger en cas de situation d'urgence. Une station de refuge construite ou de style modulaire sera située près de la zone de l'atelier de maintenance souterrain. Si la station de refuge de l'atelier n'est pas alimentée en air comprimé adéquat provenant de la surface, elle sera équipée de systèmes respiratoires autonomes. Des stations de refuge portables seront utilisées pour maintenir la conformité au fur et à mesure que le développement minier avance. En cas d'urgence, un système de notification, avec système de secours, avertira tout le personnel d'arrêter les travaux et de se rendre à la station de refuge la plus proche. Toutes les stations de refuge seront dimensionnées pour répondre aux besoins en capacité de la mine.

2.9.2.12. Système de toilette

L'assainissement souterrain comprendra deux systèmes: des toilettes à chasse fixe dans les principaux ateliers et des toilettes à chasse mobile (non chimiques) pour le reste des travaux souterrains. Les toilettes mobiles sont conçues comme des accessoires pour véhicules utilitaires et sont facilement maniables. Chaque unité sera équipée d'un puisard et pompée à vide dans un réservoir d'eaux usées monté sur un support de cassette. Ce réservoir sera transporté à la surface et vidé dans un système d'évacuation des eaux usées en surface.

2.9.2.13. Système d'alimentation et de communication

2.9.2.13.1. Sous-stations électriques et distribution d'énergie

L'électricité sera distribuée à 11 kV à l'appareillage de connexion de mine souterraine à partir de deux disjoncteurs d'alimentation en surface, aux fins de redondance. L'appareillage de connexion souterrain sera contenu dans une salle électronique et comportera des disjoncteurs d'alimentation distincts alimentant les principales zones minières à des fins d'isolation et afin de minimiser les charges importantes connectées à chaque départ. Chaque départ alimentera plusieurs centrales de la mine, ce qui réduira la tension à 525 V pour les charges opérationnelles centralisées:

- Distribution moyenne tension de la mine: 11 kV.
- Distribution secondaire: 525 V.
- Distribution basse tension: 400/230 V.
- Fréquence: 50 cycles par seconde.

L'énergie sera étendue à Centrale Nord, Centrale Sud et Sud via les rubriques de développement principales. La puissance alimentera les principaux équipements fixes, tels que les convoyeurs et les panneaux de production.

Les charges de surface comprennent les ventilateurs de production de surface et les installations de refroidissement de la mine souterraine.

2.9.2.13.2. Système de communication, de contrôle et d'automatisation

Le réseau de base du système de communication repose sur un réseau à fibres redondantes. Ce système sera utilisé pour répondre à toutes les exigences de communication vocale et de données du projet. Les communications radio pour la mine seront assurées via un système d'alimentation présentant des fuites, qui sera distribué dans toute la mine à des fins de communication, intégrant des radios portables et fixes. Cela servira à soutenir le système de détection de personnes (PDS) / système de détection de véhicule (VDS) et les systèmes de surveillance de la ventilation. Le chargeur qui fuit peut également être utilisé pour le soufflage central.

Le contrôle minier sera situé en surface dans le bureau principal à la surface, permettant de contrôler les opérations minières quotidiennes en surface et sous terre. L'équipement fourni dans ces installations est détaillé dans les critères de conception du contrôle et de l'instrumentation. Des caméras seront installées à chaque brise roche, point de transfert de convoyeur et station de pompage. Des fibres seront installées pour la surveillance du système d'alimentation et le contrôle des convoyeurs, des pompes et des concasseurs. Une allocation fibre a été prévue pour la ventilation à la demande, si nécessaire.

En entrant dans le site de la mine par le complexe contrôlé en surface, le personnel de l'exploitation minière se rendra au vestiaire et à la salle des lampes. L'accès à la mine et à la sortie de celle-ci sera contrôlé au moyen d'un système d'étiquetage électronique intégré dans les lampes-bouchons, qui est surveillé dans la salle de contrôle.

2.9.3. Plan du site

La figure 30 présente un plan indiquant l'emplacement des infrastructures clés pour les mines de Kakula.



Figure 29: Le plan indiquant l'emplacement des m infrastructures clés pour les mines de Kakula

2.10. Les minerais et les concentrés

2.10.1. Minéralogie du minerai

Entre 2010 et 2015, une série de programmes d'essais métallurgiques a été réalisée sur des échantillons de forage provenant de la minéralisation connue de Kamoia (comprenant les gisements de Kansoko et Kakula), tel qu'illustré à la figure 30. Ces investigations visaient la caractérisation métallurgique et l'élaboration d'un schéma de procédés pour le traitement du minerai de cuivre. Les forages métallurgiques comprenaient des échantillons représentatifs provenant de toutes les ressources du Projet. Les échantillons de la phase 6 de prospection représentent le mieux les minerais à être traités au cours des premières années (années 1 à 15) à la mine Kansoko.

Les gisements sont presque entièrement formés de minerais de sulfure, soit de la chalcocite (Cu_2S), de la bornite (Cu_5FeS_4), de la chalcopyrite (CuFeS_2) et de la pyrite (FeS_2). La couche de roches stériles au-dessus du minerai est formée de silts pyritiques riches en pyrite (FeS_2).

Les essais préliminaires indiquent que toutes ces matières généreront des acides (en particulier le silt pyritique), avec de fortes concentrations de sulfure, d'aluminium (Al), de cuivre (Cu), de chrome (Cr), de fer (Fe), de manganèse (Mn), de nickel (Ni), de plomb (Pb), d'antimoine (Sb), de sélénium (Se) et de zinc (Zn).

Par contre, les grès de Roan de la partie inférieure et la diamictite supérieure des morts-terrains devraient présenter une qualité de drainage neutre avec de faibles concentrations de métaux.

Les teneurs en cuivre du minerai de Kansoko, telles que relevées dans les échantillons métallurgiques composites de la phase 6, sont présentées au tableau 21. Des composites représentant les années 0 à 4 ont fait l'objet d'essais sous le label « phase 6A » ; les composites représentant les années 5 à 15 sont sous le label « phase 6B ». La Figure 31 synthétise la minéralogie modale en vrac des composites provenant des essais des phases 2 - 4. La Figure 32 présente un sommaire de la minéralogie du cuivre dans les composites d'alimentation (AMC Consultants, 2013).

Tableau 21: Échantillons composites métallurgiques (phase 2, phase 3 et phase 4)

Nom de l'échantillon	Zone cible	Minéralisation	Teneur en cuivre (%)	Date
Phase 2 Hypogène	Kansoko Centrale Kansoko Nord	Hypogène	3,29	Avril 2011
Phase 3 Hypogène	Kansoko Centrale Kansoko Sud Kamoia Ouest	Hypogène	3,89	Août 2012
Phase 2	Kamoia Ouest	Supergène	3,73	Décembre

Supergène				2011
Phase 3 Supergène	Kamoa Ouest Kansoko Centrale Kansoko Nord	Supergène	4,19	Août 2012
Phase 4	Kamoa Ouest	Mixte	Variable (+/- 2,3%)	Février 2013

Tableau 22: Échantillons composites métallurgiques de la mine de Kansoko (phase 6)

Phase	Zone cible	Echantillon	Teneur en Cu (%)	Date
6A	Kansoko Sud	6A1 DC	3,67	Mars 2016
	Kansoko Sud	Hypogène	3,57	Mars 2016
	Kansoko Sud	Supergène	3,68	Mars 2016
6B	Kansoko Sud	6B1 DC	3,27	Mars 2016
	Kansoko Sud	Hypogène	2,99	Mars 2016
		Supergène	3,87	Mars 2016

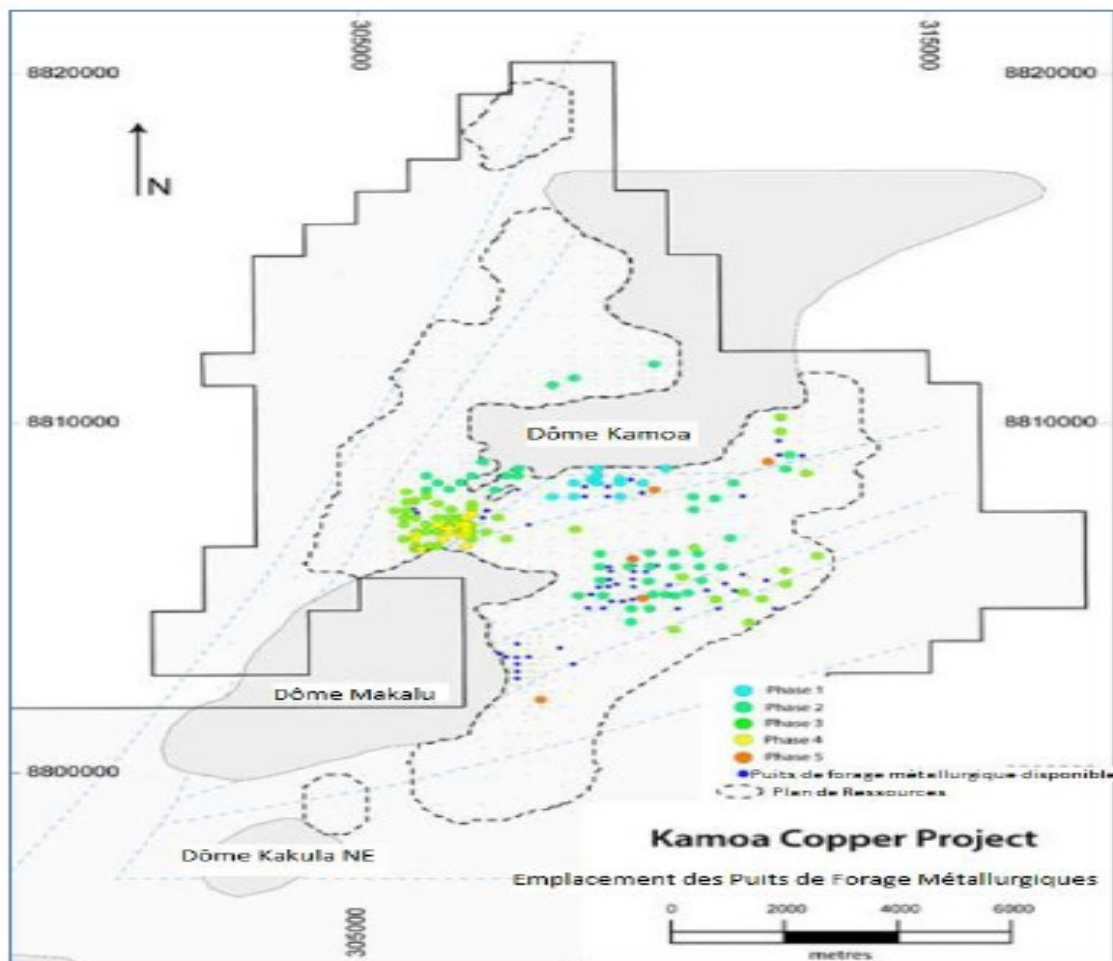


Figure 30: Carte d'échantillonnage métallurgique - phase 6 (OreWin, 2016)

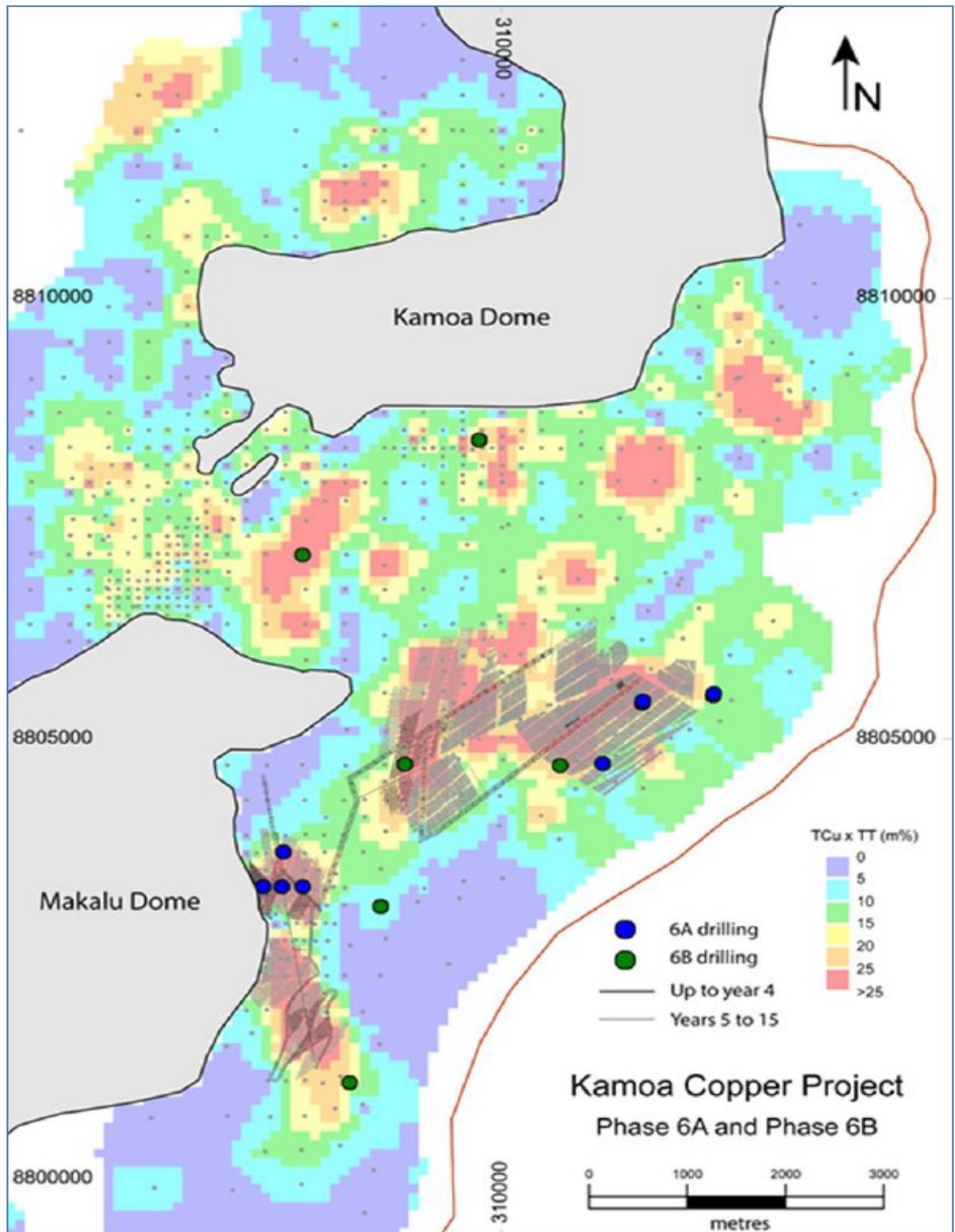


Figure 31: Carte d'échantillonnage métallurgique - phase 6 (OreWin, 2016)

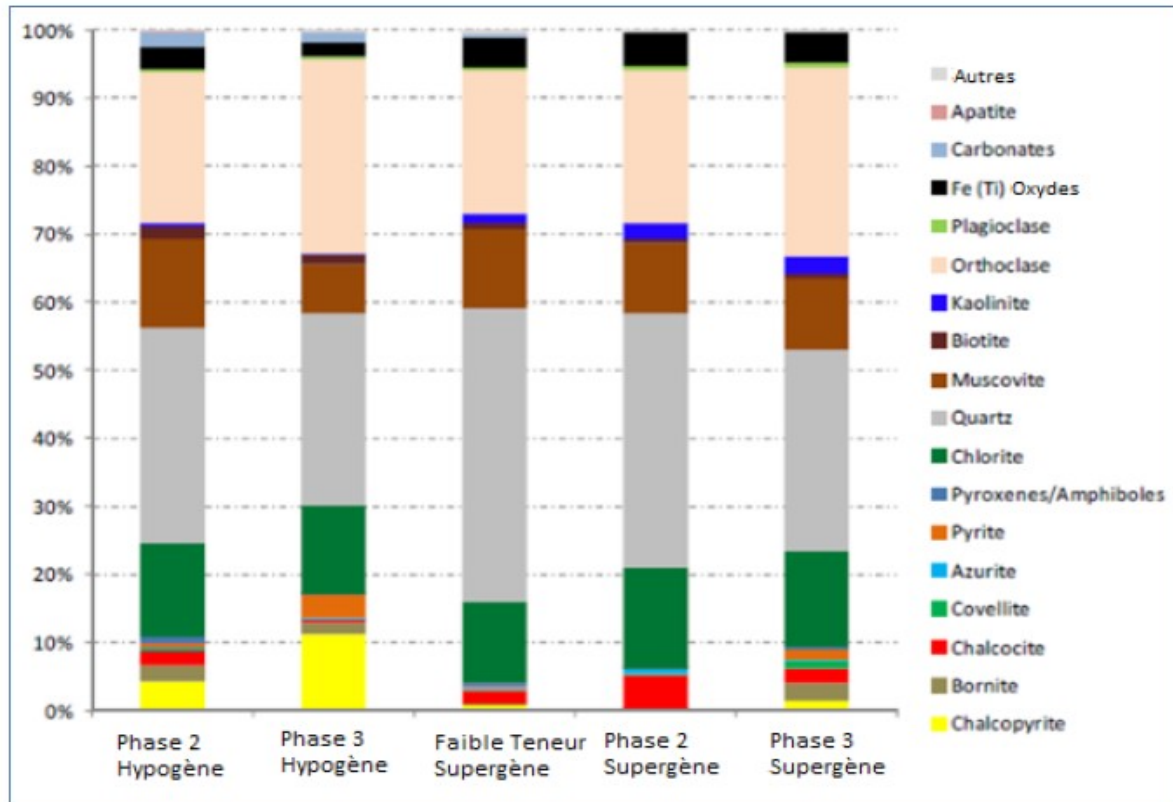


Figure 32: Minéralogie modale des composites d'alimentation de la phase 6 (XPS, 2013)

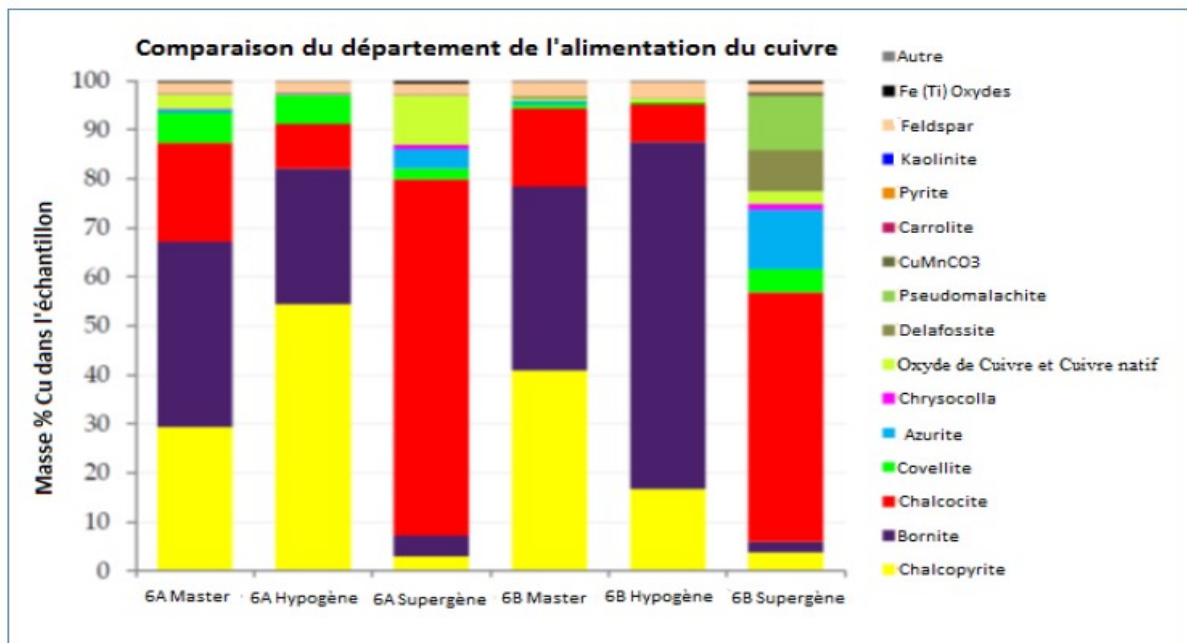


Figure 33: Minéralogie (cuivre) des composites d'alimentation

2.10.2. Minéralogie du concentré

Les essais effectués à ce jour montrent qu'il n'existe pas d'éléments dangereux qui peuvent être retrouvés dans les concentrés produits. Le principal élément d'impureté est la silice ; des essais sont en cours en vue de minimiser la récupération de silice. Un sommaire des concentrés commercialisables est présenté au tableau 23 ci-dessous.

Tableau 23: Analyse des éléments traces des concentrés

Paramètre	Phase 2 Hypogène	Phase 3 Hypogène	Phase 2 Supergène	Phase 3 Supergène
Masse retirée	7,7	13	6,0	9,5
Cu	37,01	27,29	51,52	35,82
Se	24,62	29,32	13,12	20,12
Fe	18,32	24,96	5,22	12,78
SiO ₂	13,11	10,68	18,09	19,38
CaO	0,14	0,11	0,26	0,07
MgO	0,75	0,64	0,85	0,76
Al ₂ O ₃	3,33	2,71	4,00	4,97
As (%)	0,005	0,013	0,01	0,013
Bi (%)	0,009	0,008	0,006	0,01
Cd (%)	0,0002	0,0002	0,005	0,0002
Cl (%)	0,0016	0,02	0,01	0,054
Co (%)	0,053	0,072	0,008	0,12
Hg (ppm)	0,49	0,77	0,638	0,89
Pb (%)	0,022	0,026	0,008	0,12
Sb (%)	0,01	0,0001	0,005	0,001
Se (%)	0,01	0,001	0,005	0,002
Te (%)	0,01	0,001	0,005	0,001
Zn (%)	0,055	0,109	0,020	0,016
F (%)	0,029	0,035	0,010	0,058

En septembre 2016, la firme XPS a effectué des travaux de minéralogie sur les échantillons de Flottation composite 1 (Kakula FC1) et de Flottation composite 3 (Kakula FC3) de haute qualité. La portée des travaux comprenait l'analyse modale en vrac avec le département de Cu, la taille des grains et les enquêtes de libération. La minéralogie des deux échantillons de Kakula a été comparée à l'échantillon composite de développement de la phase 6 de Kamoa (Kamoa 6A1DC).

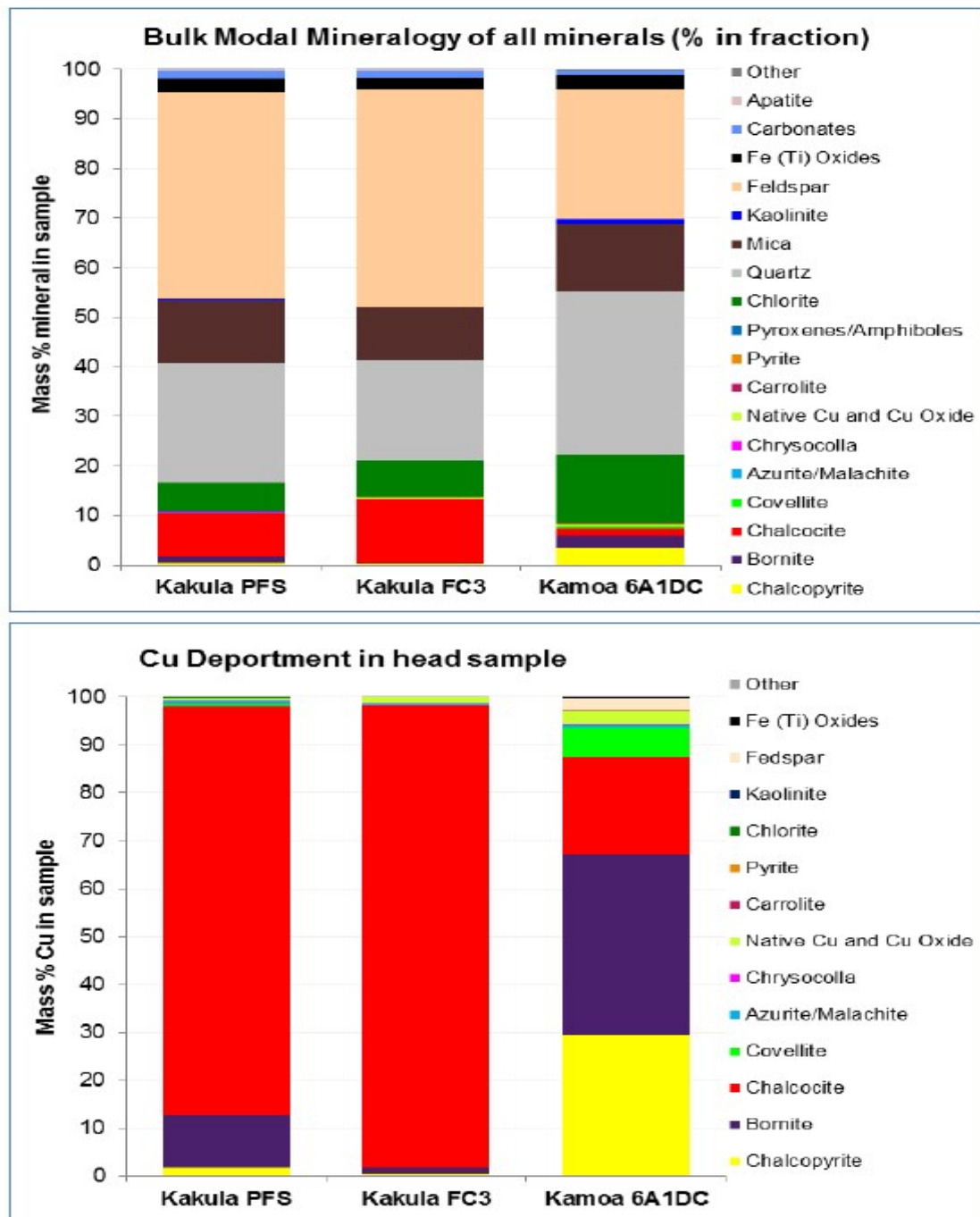


Figure 34: La minéralogie des deux échantillons de Kakula qui a été comparée à l'échantillon composite de développement de la phase 6 de KamoA (KamoA 6A1DC)

A Kakula, le principal minéral de sulfure de Cu dans les échantillons de Kakula est la Chalcocite, avec des quantités mineures de bornite et de covelline. Des quantités infimes de chalcopyrite ont été détectées avec des quantités très faibles d'oxydes.

Les principaux minéraux de gangue étaient le quartz, le feldspath, les micas et le chlorite. Les échantillons de Kakula étaient significativement plus élevés dans le feldspath comparativement à l'échantillon de KamoA 6A1DC, mais plus bas dans le quartz, le chlorite et le mica.

Les deux échantillons de minerai de Kakula (Kakula FC3 et Kakula) étaient riches en Chalcocite, cependant, l'échantillon de Kakula avait des niveaux plus élevés de bornite et de chalcopyrite comparativement à l'échantillon de Kakula FC3.

La taille moyenne des grains du sulfure d'échantillon de Kakula était de 33 μm , ce qui était légèrement plus grossière que l'échantillon de Kamoia 6A1DC (20 μm). L'échantillon de Kakula FC3 avait cependant une granulométrie plus fine de 9 μm , montrant des variations dans la taille des grains du matériau Kakula.

Bien que les données de libération à la taille du produit de 80% à 220 μm ont montré que le total des classes «libérées plus libres» est effectivement égal pour chaque échantillon, à environ 45%, plus de minéraux se produisent dans la classe «libre» pour l'échantillon de Kakula FC3. Il y a des différences majeures à l'extrémité «verrouillée» de la comparaison avec l'échantillon de Kakula FC3. Ayant approximativement la moitié du Cu verrouillé de l'échantillon de Kamoia 6A1DC.

La granulométrie moyenne des minéraux de sulfure de Cu dans l'échantillon composite de Kakula était plus fine que l'échantillon de Kamoia 6A1DC à 12 μm , ce qui était compatible avec l'échantillon de Kakula FC3 (10 μm). Environ 25% de la masse des minéraux de sulfure de Cu se trouvent dans les intervalles de 10 μm , tandis qu'environ 8% se retrouvent dans la gamme des sous-5 μm .

Le Chalcocite est un minéral de haute teneur qui est opaque et gris foncé à noir avec un lustre métallique. En raison de son pourcentage très élevé de cuivre contenu en poids et de sa capacité à produire un concentré propre et de qualité supérieure, la Chalcocite est un atout en tant que minerai de cuivre dominant. Contrairement à Kamoia, le gisement de Kakula a très faible bornite, chalcopyrite ou d'autres minéraux de sulfure comme on le voit dans la figure 36.

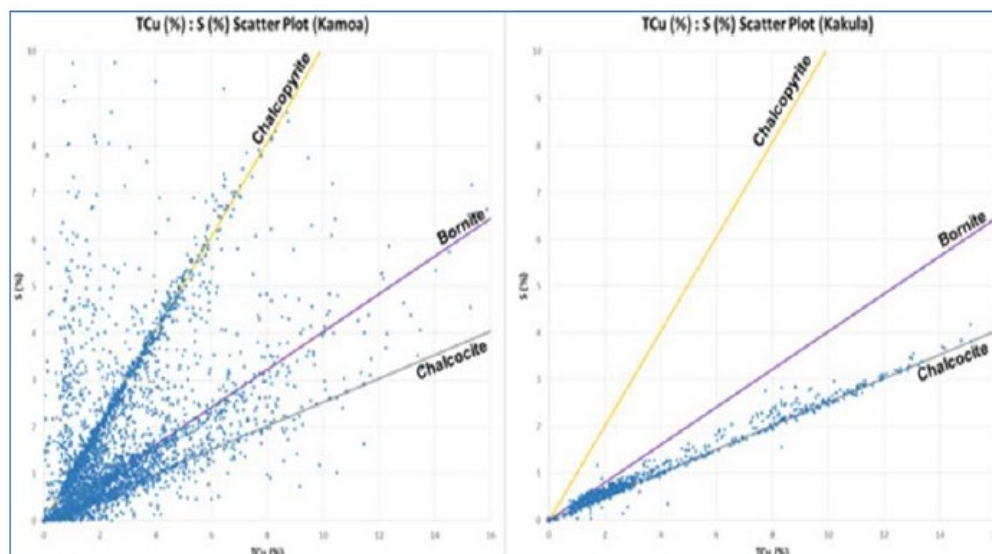


Figure 35: Comparaison des sulfures recoupés entre les minéralisations Kamoia et Kakula

Cela suggère que le gisement de Kakula sera relativement plus facile à traiter que Kamoia, et il sera plus facile de maintenir une nuance constante de concentré de cuivre. Les caractéristiques minéralogiques sont constantes à travers le dépôt jusqu'à ce jour, et rien n'indique qu'elles vont changer significativement. La granulométrie relativement grossière du sulfure de cuivre, la minéralogie simple et le manque d'arsenic dans les minerais signifient que Kakula produira un concentré précieux. La minéralisation du sulfure de cuivre de Kamoia existe en deux modes de base, quel que soit le minerai de sulfure de cuivre. Les sulfures de cuivre grossiers, certains dans la gamme des tailles centimétriques, sont clairement visibles dans le noyau. De nombreux grains minéraux de cuivre de taille intermédiaire sont généralement visibles, mais tout ce qui est clairement reconnaissable peut être considéré comme grossier. Le deuxième mode d'occurrence est un «brouillard» omniprésent de sulfures de cuivre ultrafines dans toute la matrice.

2.10.3. Piles de stockage du minerai

Les matières minéralisées provenant des sites miniers de Kansoko et Kakula seront transportées vers la surface, par le portail d'accès, au moyen d'un convoyeur incliné. Un empileur axial permettra le stockage des matières tout-venant dans une pile d'appoint ou encore l'alimentation directe, par voie de convoyeur, des piles tout-venant des usines de concentration.

Les piles d'appoint situées à chacun des portails d'accès sont nécessaires pour assurer la continuité des opérations minières si jamais des équipements vers les piles de matières tout-venant n'étaient pas disponibles. Une capacité maximale de 16 heures est envisagée pour les piles d'appoint de matières tout-venant installées à chacun des portails d'accès. Les matières de ces piles d'appoint pourront être reprises et remises sur les convoyeurs de transport au moyen de chargeuses frontales. Si un stockage supplémentaire est nécessaire, les matières peuvent être transportées depuis les piles d'appoint vers la zone d'empilage de mise en route à chacun des portails d'accès. Des piles de stockage stratégiques d'environ 1,0 Mt sont nécessaires à proximité des portails d'accès de Kansoko et Kakula pour les besoins de la production initiale, qui devrait débuter de 12 à 18 mois avant la mise en service des concentrateurs. Au total, environ 2,0 Mt de matières tout-venant combinées seront entreposées aux portails d'accès de Kansoko et Kakula, devant servir de pile de mise en route. Des systèmes d'alimentation sont prévus le long des convoyeurs transportant les matières tout-venant pour permettre de charger les matières des piles d'appoint lorsque cela sera nécessaire.

Un système de convoyage des matières tout-venant sera également installé entre le portail d'accès de Kansoko et Kakula et la pile de stockage des matières tout-venant du concentrateur de 6 Mtpa de Kakula. Ces systèmes de convoyage seront dimensionnés en fonction d'une pleine production aux sites de Kansoko et Kakula respectivement



Photo 12: Le site aménagé pour le stockage des minerais de Kakula

2.11. Les rejets des mines

Une caractérisation géochimique antérieure a été réalisée par Golder (2010) pour identifier les unités lithologiques présentant le plus grand risque de drainage rocheux acide. Les données de cette étude ont été incluses à la présente caractérisation géochimique / étude de délimitation de la portée. La caractérisation géochimique comportait un échantillonnage, des essais géochimiques statiques et cinétiques ainsi qu'une interprétation des résultats. Les roches stériles et les échantillons de minerai ont été prélevés par un expert-conseil de Golder en juillet 2012. Les échantillons (86 au total) ont été reçus par Golder (Afrique du Sud) en août 2012. Un échantillon des rejets de la phase 2 de Kamoia a été reçu de Patterson and Cook en décembre 2012 et XPS (Canada). Les échantillons ont été soumis à des laboratoires accrédités (SGS – Johannesburg et/ou Canada respectivement) pour des analyses géochimiques. Les résultats d'analyse ont par la suite été interprétés dans le contexte de l'information disponible, et de la législation minière en RDC.

Les principaux résultats de l'étude de caractérisation géochimique de Kamoia sont les suivants:

❖ Roches stériles

- L'analyse minéralogique de cinq (5) échantillons de stériles indique que les minéraux silicatés (quartz, feldspath-K et mica) contiennent de la pyrite génératrice d'acide (~20%) ;
- En raison de la limite de détection de <1% de la méthode par diffraction X, la pyrite et autres minéraux sulfurés n'ont pas été détectés dans le reste des échantillons. Des minéraux de calcite (0,3%) et de dolomite (10 - 19%)

neutralisants, à réaction rapide, ont été détectés dans le groupe Roan (R 4.2) et la diamictite pauvre en clastes (K1.1.1.3) ; et

- Les éléments qui sont enrichis dans les matières de roches stériles, en comparaison avec le clarke médian estimé au moyen d'un indice d'abondance géochimique de ≥ 3 (équivalent à un excédent de 12 à 24 fois le clarke), présentés en fonction de la lithologie des roches stériles, comprennent les suivants :
 - Morts-terrains : As, Mo, Pb, Sb;
 - Diamictite supérieur (Ki 1.1.3) : As;
 - Grès/silt pyritique de Kamoia (Ki 1.1.2) : Ag, As, Bi, Co, Cr, Cu, Mo, Pb, Sb, Te, Zn;
 - Diamictite pauvre en clastes (Ki 1.1.1.3) : As, Bi, Cu, Pb, Sb, Te, Zn;
 - Grès-silt intermédiaire (Ki 1.1.1.2) : As, Sb ;
 - Diamictite riche en clastes (Ki 1.1.1.1) : Ag, As, Bi, Cu, Mo, Sb, Te; et
 - Grès de Roan (R4.2) : As, Ba.

Il est à noter que ce sont la phase de l'hôte minéralogique et les conditions de pH et de redox qui détermineront, en dernier lieu, la solubilité de ces paramètres au site minier dans les conditions ambiantes :

- Les résultats de spéciation du sulfure montrent une corrélation de 1:1 pour le soufre total et le soufre sous forme de sulfure pour environ 75% des échantillons, indiquant la présence de minéraux de sulfure primaires et/ou secondaires dans les échantillons sélectionnés de la zone lessivée (K1.1.1 Diamictite supérieur et du R 4.2);
- Les variations de concentration de soufre sous forme de sulfure observées dans les échantillons de stériles de Kamoia sont Ki 1.1.2 (<0,01% - 15%), Ki 1.1.1.3 (<0,01% - 1,8%), Ki 1.1.1.2 (1,7%), Ki 1.1.1.1 (<0,01% - 0,89%) et R 4.2 (<0,01% - 0,31%). Les stériles de diamictite riche en clastes (Ki 1.1.1.1) présentent le contenu le plus faible en soufre sous forme de sulfure (<0,01% - 0,07%) en raison du fait que la plupart des échantillons ont été prélevés dans la zone lessivée ; et
- Les valeurs de pH de la pâte augmentent généralement dans l'ordre suivant : grès de Roan (4,3 – 9,5, moyenne pH 7,5), diamictites riches en clastes (7,7 – 9,5, moyenne pH 8,9), diamictites pauvres en clastes (4,6 – 9,1, moyenne pH 7,5), Diamictite supérieure (5,3 – 7,8, moyenne pH 6,4) et silt pyritique de Kamoia (3,0 – 9,4, moyenne pH 4,8) ; c'est là une indication de l'abondance relative de pyrite et de minéraux neutralisants dans les échantillons.

Une évaluation du potentiel acidogène et du potentiel de neutralisation, sur la base de la classification des rejets du Code Minier de la RDC (2003) classifie les échantillons de stériles comme suit :

- L'échantillon de mort-terrain ne présente aucun potentiel de génération d'acide ; Diamictite supérieure (Ki 1.1.3) : potentiellement acidogène (5 échantillons) ;
- PS (Ki 1.1.2) : les stériles sont pour la plupart potentiellement acidogène (87%) ; les 13% restants sont non-potentiellement acidogène, en raison du soufre sous forme de sulfure <0.3% et parce que ces échantillons proviennent de la zone lessivée ;
- Diamictite pauvre en clastes (Ki 1.1.1.3) : de manière générale, potentiellement acidogène (53%) ;
- Silt intermédiaire (Ki 1.1.1.2) : potentiellement acidogène (1 échantillon) ;
- Diamictite riche en clastes (Ki 1.1.1.1) : les stériles sont non-potentiellement acidogène ; et
- Grès de Roan (R 4.2) : généralement non-potentiellement acidogène (64%), à l'exception des quelques stériles du groupe Roan provenant du contact avec la zone minéralisée.

Sur la base de la caractérisation géochimique réalisée par Golder en 2012, le potentiel acidogène des différentes lithologies de stériles augmente généralement depuis le grès de Roan, la diamictite riche en clastes, la diamictite supérieure, le silt intermédiaire, les diamictites pauvres en clastes jusqu'au silt pyritique de Kamoa :

- La concentration des matières dissoutes totales (MDT) dans les essais de procédé de lixiviation à court terme variait de 129 à 5 461 mg/l ; il s'agit d'une indication de la teneur en sel des eaux de ruissellement provenant des piles de stériles. Sulfure (SO₄, Na, K et Si indiquent la dissolution de sulfures et d'aluminosilicates), Cl, Al, Fe, Ca, Mg ;
- Des excédents par rapport aux lignes directrices de la RDC relatives aux effluents ont été observés pour EC, TDS, NH₃, SO₄, As, Al, Ba, Cd, Co, Cr, Mn, Sb, Se et U dans les lixiviats de procédé de lixiviation à court terme ; il s'agit de composants d'intérêt qui peuvent être mobilisés depuis les piles de stériles jusqu'au système d'eau de mine pendant la phase opérationnelle, impactant l'eau souterraine locale ainsi que l'eau de surface à proximité des piles de stockage ;
- La qualité des eaux de ruissellement de la mine devrait varier d'acide à quasi-neutre (3,9 - 8,5) sur la base des résultats du procédé de lixiviation à court terme avec EC, TDS, NH₃, SO₄, As, Al, Ba, Cd, Co, Cr, Mn, Sb, Se et U identifiés comme composants d'intérêt potentiels pendant la phase d'exploitation ;
- Les essais en cellule humide sur les stériles, pour le silt pyritique de Kamoa (soufre sous forme de sulfure 6,8 - 14%) et la Diamictite supérieure (soufre sous forme de sulfure 0,36%), ont produit des résultats acides, avec un pH de 2 à 4 pour toute la période de 20 semaines ;
- Le lixiviat hebdomadaire des essais en cellule humide de la zone minéralisée (DKMC_ HC 1) était presque neutre (pH 6,4 - 7,2) pour les 20 semaines des essais. Le pH quasi-neutre est attribué aux faibles niveaux de soufre sous

forme de sulfure (0,28%) ; des minéraux de calcite et de dolomite sont présents dans l'échantillon ; et

- On a observé que les lixiviats hebdomadaires des essais en cellule humide dépassaient les lignes directrices de la RDC en matière d'effluents en matière d'eau potable pour les constituants chimiques suivants ; ces lixiviats sont des composants d'intérêt pour la percolation des stériles pendant l'exploitation minière :
 - DKMC_HC 1 (K1.1.1) : SO₄²⁻, B, Cd, Co, Cu, Mn, Ni et Zn ;
 - DKMC_HC 2 et HC 3 (silt pyritique de Kamoa) : pH, SO, Al, As, B, Be, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, U, V et Zn ; et
 - DKMC_HC 4 (K1.1.3): pH, SO₄²⁻, Al, As, B, Be, Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Se et Zn.

Les constituants chimiques les plus préoccupants sont pH, As, Cu, Fe, Ni, Pb et Zn, qui dépassent les lignes directrices de la RDC en matière d'effluents.

Sur la base du potentiel acidogène spécifié dans la réglementation minière en RDC, le silt pyritique de Kamoa (KPS) et la Diamictite supérieure constituent des stériles à risque élevé pouvant nécessiter une barrière technique pour limiter les impacts sur l'environnement récepteur à proximité de la décharge de stériles proposée. Toutes les autres sources de rejets sont classées comme faible risque et ne nécessitent donc pas de mesures de rétention ; elles serviront sans doute d'agrégats pour les routes ou la construction du mur de l'infrastructure d'entreposage des rejets.

KAMCO prévoit qu'environ 60 000 tonnes de stériles du silt pyritique de Kamoa et de la Diamictite supérieure seront générées par la mine Kansoko, avec une quantité similaire provenant de Kakula. Les mesures de rétention suivantes seront appliquées pour ces matières :

- Un socle de latérite compactée, avec des bermes, sera construit par-dessus la décharge de stériles existante à Kansoko et la décharge de stériles de Kakula pour contenir les roches acides et minimiser le potentiel de percolation acide ;
- Une fois les décharges des stériles du silt pyritique de Kamoa et de la diamictite supérieure complétées, Kamoa les encapsulera au moyen de terre végétale pour réduire l'oxydation et les infiltrations d'eau ; et
- L'eau souterraine autour de la décharge de stériles fera l'objet d'un suivi ; les eaux de ruissellement provenant de la décharge de stériles seront recueillies et surveillées.

Il est à noter qu'aucun aquifère irremplaçable n'a été identifié dans les secteurs de Kansoko et Kakula. Une solution d'entreposage permanent sera développée en conformité avec la réglementation minière en RDC (infrastructure d'entreposage avec détection des fuites et surveillance de l'eau souterraine en amont et en aval de l'infrastructure, suivant les mesures de perméabilité de niveau B).

❖ Rejets

Ci-dessous les premiers résultats provenant des essais géochimiques effectués sur les échantillons de rejets produits par un concentrateur pilote à partir de minerai du secteur de Kansoko :

- Le pH de la pâte des rejets supergènes et hypogènes de la phase 2 de Kamoia variait de quasi-neutre à alcalin (pH 7,5 – 8,2) ; cela représente le pH des rejets à court terme. Le pH de la pâte est corrélé au pH des essais (pH 7,7 – 8,8) de lixiviation à court terme de l'eau désionisée. Le pH quasi-neutre à alcalin confirme qu'il existe un potentiel neutralisant réactif des dolomites ou des réactifs ajoutés au cours du traitement pour atténuer la génération d'acide à court terme. Les rejets sont hydrauliquement placés pour limiter les infiltrations d'oxygène, réduisant ainsi les taux d'oxydation de la pyrite pendant la phase d'exploitation.
Cependant, les procédés de drainage rocheux acide seront plus dominants à la phase post-clôture – il est donc recommandé que les taux d'épuisement de la neutralisation et de génération d'acide soient confirmés par des essais en laboratoire ou des essais cinétiques sur le terrain, pour confirmer ainsi le drainage à long terme de l'infrastructure d'entreposage des rejets;
- De faibles teneurs totales en soufre ont été observées dans les rejets hypogènes (0,24%) et supergènes (0,12%). Les résultats de la spéciation du soufre indiquent de faibles concentrations de soufre sous forme de sulfure (0,05% et <0,01%) et de faibles concentrations de soufre sous forme de sulfate (0,20% et 0,11%). Un faible potentiel acidogène des sulfures de 1,6 kg CaCO₃ eqv/t et <0,3 kg CaCO₃ eqv/t a été calculé pour les échantillons de rejets hypogènes et supergènes respectivement ;
- La capacité neutralisante des échantillons de rejets a été observée à environ 41,1 kg CaCO₃ eqv/t et 32 kg CaCO₃ eqv/t pour les échantillons de rejets hypogènes et supergènes respectivement. Un NNP positif (3,8 – 30) et un NPR (13 - 21) d'une valeur au-dessus de 2 indiquent qu'il existe un surplus de NP de l'eau de procédé et/ou des minéraux carbonatés ou aluminosilicatés et de faibles concentrations de sulfure dans les échantillons de rejets ;
- Les matières dissoutes totales mesurées dans les lixiviats désionisés et acides du procédé de lixiviation à court terme (à des ratios solide-liquide de 1:1 et 1:2) étaient de 110 – 280 mg/l et 190 - 580 mg/l. Les composants contribuant aux teneurs en sel dans les eaux de ruissellement et/ou de la percolation des rejets de Kamoia sont : alcalinité totale, SO₄, Al, Ca, Fe, Mg, Na, K, et Si, indiquant la dissolution des minéraux aluminosilicatés associés au minerai. Les traces de métaux qui sont sans doute des composants d'intérêt (plus élevé que 0,1 mg/l) comprennent : Cu, B, Ba, Co, Mn, Mo, Ni, Sr, Pb, V, Zn et U;
- Les concentrations d'As, Cu et S dissous sont corrélées à l'enrichissement des éléments sélectionnés observés dans les échantillons Bi et Te.

Cependant, on a observé que plusieurs autres métaux étaient facilement lixiviables avec seulement un faible enrichissement ; et

- Les éléments suivants dépassaient les normes d'effluents de la RDC dans les échantillons de rejets de Kamoia – ils devraient être présents dans le drainage de l'infrastructure d'entreposage des rejets proposée :
 - Hypogène : pH; Al, As, Cu, Fe, Mn, U et Zn; et
 - Supergène : pH; NH₃, NO₃, Cu, Mn Ni, Se, U et Zn.

Les matières de rejets ont été classées comme constituant un risque élevé ou faible en se référant à la réglementation minière en RDC, sur la base des résultats du procédé caractéristique de toxicité de lixiviation (PCTL), des essais de lixiviation des rejets par la méthode 1311 de l'EPA (matières inorganiques et biphényles polychlorés (BPC)) et de l'évaluation du drainage rocheux acide :

- Les rejets sont classés comme « rejets miniers lixiviables » en raison de concentrations élevées de Cu et de Fe dans l'extrait du PCTL, dépassant le niveau prescrit par les lignes directrices en matière de rejets miniers de faible risque ;
- La somme des BPC dans les deux échantillons était <0.1 µg/kg (donc « faible risque » en termes de concentrations de BPC) ;
- Les résultats ABA et de spéciation du soufre pour les rejets de la phase 2 de Kamoia indiquent que les rejets hypogènes et supergènes se classent comme non-potentiellement acidogènes (sur la base de l'annexe XI, article 3 du Code Minier de la RDC, 2003) et correspondent bien à la faible teneur en soufre sous forme de sulfure de <0.01 – 0.05%; et
- On ne s'attend pas à ce qu'il y ait présence de radioactivité, sur la base des connaissances de la géologie et des concentrations de Pb, Th et U dans les extraits du PCTL, plus faibles que la limite de détection. Cependant, les analyses de la radioactivité et des radionucléides sont en cours chez SGS (Canada) pour confirmer cette hypothèse.

Les rejets constituant des rejets lixiviables, des mesures de rétention de niveau A seront appliquées à l'entreposage des rejets.

Des évaluations géotechniques et hydrogéologiques du site proposé de l'infrastructure d'entreposage des rejets déterminent la perméabilité des sols et l'existence d'une connexion hydraulique avec un aquifère souterrain. Ces études confirment que des améliorations seront requises en matière de rétention (par ex., compactage du sol pendant les travaux de dégagement du site, ou encore un revêtement avec géo-membrane).

2.12. Les aires d'accumulation et les parcs à rejets des mines

La conception d'une TSF commence généralement par déterminer quel type d'installation sera choisi pour contenir les résidus. Deux types courants d'installations

sont l'auto-levée (en amont) et le confinement complet (en aval). En raison de la finesse des résidus de trop-plein à signaler à la TSF, il ne sera pas possible de procéder à une auto-élévation des résidus. Par conséquent, une installation de confinement complet, avec une méthodologie de construction en aval, a été sélectionnée. La finesse des résidus de Kakula a également les implications suivantes:

- Les drains souterrains ne peuvent pas être construits dans les résidus car ils aveuglent et deviennent inutilisables. Une installation de confinement complet peut utiliser un drain à rideau pour réduire la surface de la nappe phréatique à travers le mur. Un drain de rideau ne sera pas en contact avec les résidus et ne peut donc pas être aveugle ;
- L'eau de retour contiendra des solides en suspension si on ne lui laisse pas assez de temps pour se déposer. Cela peut être atténué en construisant un piège à sédiment / une installation de décantation ou en maintenant un bassin plus longtemps sur la TSF ;
- La pente de la plage de la TSF devrait être très plate, pour rendre facile le contrôle du bassin des rejets pour un opérateur.

2.12.1. Infrastructure d'entreposage des rejets

La conception de base de l'installation de stockage des résidus miniers et de l'infrastructure associée réalisée par Epoch Resources (Pty) Ltd (Epoch) dans le cadre de l'étude de faisabilité de Kamoa avait préconisée :

- Une installation de stockage des résidus (TSF) pouvant contenir 109 480 000 tonnes sèches de résidus sur une durée de vie de 26 ans ;
- Un barrage d'eau de retour (RWD) et un puisard d'eau de retour (RWS) associés à la TSF ;
- L'infrastructure associée à la TSF (à savoir pipeline de dépôt de lisier périmétrique, tranchées de dérivation des eaux pluviales, route d'accès périmétrique, etc.) ;
- Revalidation du site de Mupenda pour le taux de production plus élevé (soit 6 Mtpa d'alimentation de base).

L'étude de sélection de site entreprise par Epoch a révélé que le site le plus favorable est le site de Mupenda. Le site est principalement constitué de prairies avec quelques poches d'arbres denses. La topographie générale de la zone du site de Mupenda est illustrée à la figure 37.

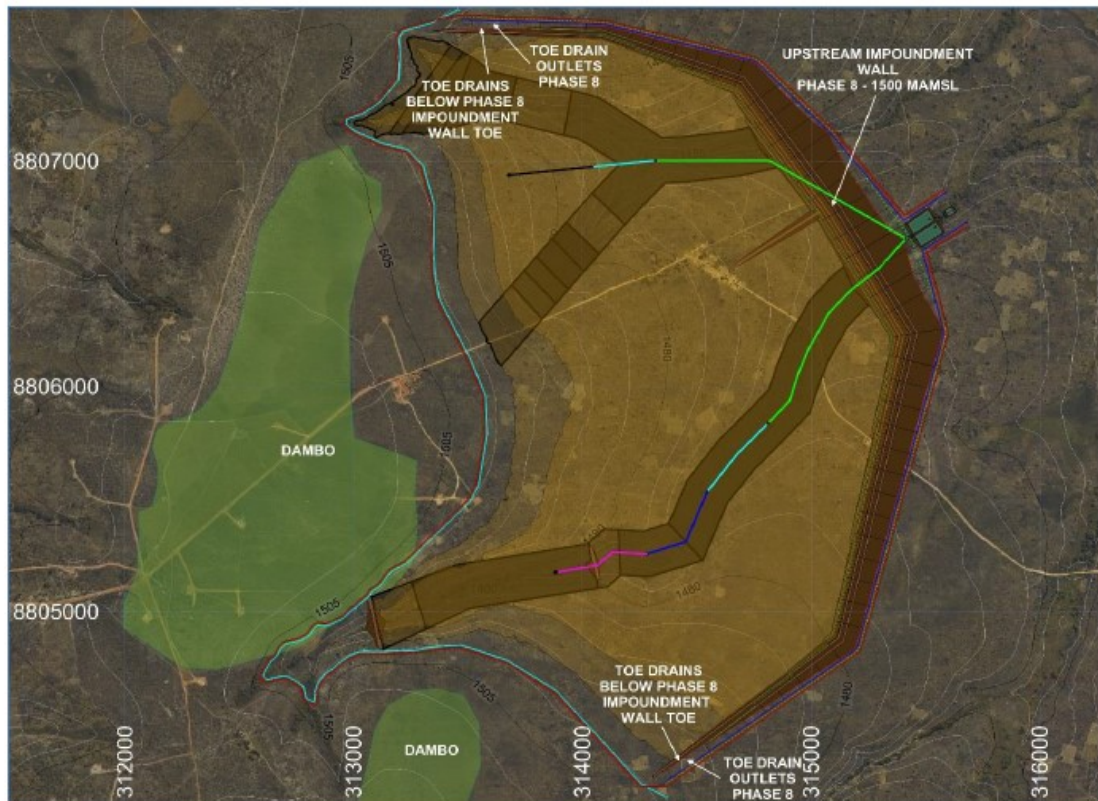


Figure 36: La topographie générale de la zone d'implantation du TFS

La TSF sera construite sous la forme d'un barrage de retenue à double vallée avec un mur de retenue en terre compactée. Les principales caractéristiques de la TSF sont les suivantes:

- Les murs de retenue de TSF seront construits en aval ;
- Le mur doit être élevé en 7 phases, la phase 1 étant à 1465 mètres en hauteur et la dernière phase à 1495 mètres.
- Une phase finale (phase 8), comprenant un mur de retenue en amont plus petit, sera construite au-dessus de la phase 7 lorsque le taux d'augmentation diminuera à $<1,0$ m / an.
- La surface totale occupée par la TSF est de 540 Ha, sa hauteur maximale est de 52 m et son taux de croissance final $<1,0$ m / an.
- Un barrage d'eau de retour d'une capacité de stockage d'environ 45 000 m³.
- Un puisard d'eau de retour revêtu de béton avec une capacité de stockage d'eau de 2000 m³.
- Un pipeline de boues d'épuration le long de la crête de la TSF.

2.12.2. Critères de conception et hypothèses / contraintes

La conception de la TSF est basée sur les critères de conception indiqués dans le tableau 24.

Tableau 24: Les exigences de revêtements

Description	unités	Valeurs
Durée de vie de l'installation	Année	22
Taux moyen de dépôt des résidus	Tpa	5.520.000
Particules Solides des résidus produits		285
Taux de vide sur place		1,0
Granulométrie des résidus miniers		80% passant 53 microns
Quantités sèches des résidus miniers	t/m ³	1,4
Sismicité du site	PGA	0,08g
Conception (24 h, 1 sur 100 ans)	Mm	139

Les aspects géotechniques et géochimiques de la recommandation relative au revêtement pour la Mupenda TSF ont identifié une couche de sable du Kalahari le long de la vallée qui ne donne pas l'exigence de perméabilité nécessaire pour se conformer au Règlement de la RDC. On a constaté que cette couche sableuse avait une perméabilité supérieure à la limite de 1×10^{-6} cm/s. Il a été constaté que le reste de l'empreinte respectait cette limite de perméabilité

2.12.3. Capacité de la digue et stratégie de développement

Le mur de retenue a été mis en place de manière à réduire les dépenses en capital aussi longtemps que possible dans la vie de l'installation. Afin de mettre efficacement en phase d'autres éléments de construction (tels que le pipeline de la conduite forcée et la doublure), un mur intermédiaire qui retiendra les résidus tout en permettant à l'entrepreneur de construire et d'installer la conduite forcée et la doublure, ainsi qu'un dernier mur arrière prévu du côté amont de la vallée sud. Les conduites forcées, la doublure et les parois intermédiaire et arrière comporteront plusieurs étages correspondant à certaines phases de la paroi du bassin de retenue (voir Figure 38).

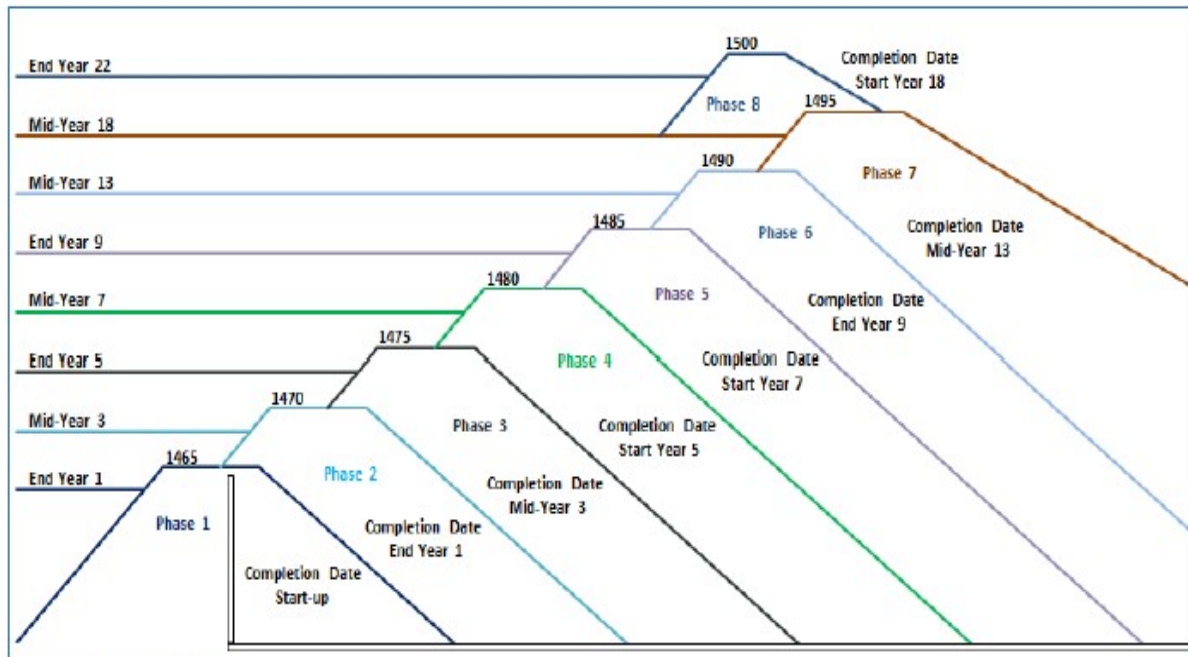


Figure 37: Le mur de retenue et la levée automatique

L'élévation finale du mur serait construite comme un mur en amont, comme indiqué et la construction du mur TSF comprendrait les éléments suivants :

- Décapage de la terre arable jusqu'à une profondeur de 300 mm sous l'empreinte de la TSF ;
- Un caisson coupé à une profondeur de 500 mm sous chaque mur de retenue.
- Une clé compactée sous le mur de retenue de la phase 1 ;
- Un mur de départ compacté avec les dimensions suivantes ;
- 17 m de haut (c.-à-d. Élévation de la crête de 1465 mamsl) ;
- largeur de crête de 15,0 m ;
- 1V: 1,5H versant amont ;
- 1V: 2H pente en aval ;
- Un drain de rideau à l'intérieur du mur de retenue, afin de réduire la surface de la nappe phréatique à travers le mur ;
- Une tranchée d'écoulement des eaux pluviales et une berme autour de la TSF d'où l'eau provient de la TSF ;
- Un canal de dérivation des eaux pluviales avec sa berme découpée ;
- Un pipeline de conduite forcée en béton préfabriqué 900 ND Class 150D enterré dans chaque vallée, composé de prises d'air simples intermédiaires et d'une entrée de bague de conduite forcée double finale verticale 510 ND en béton préfabriqué ;

- Une doublure de 1 500 microns au fond de chaque vallée et d'une largeur d'environ 200 m afin d'empêcher que les résidus miniers ne s'infiltrent dans les sables hautement perméables du Kalahari ;
- Un pipeline à bouts en suspension de 280 DN sur le périmètre de la TSF; et
- Un mur en béton armé à deux compartiments.

2.12.4. Méthodologie de dépôt et opérationnelle de TSF

La technique de dépôt retenue pour ce projet consistera en un dépôt dans la vallée et en une installation de broche à dépôt hydraulique. Le mur de retenue sera construit à l'aide de stériles ou de matériaux d'emprunt et les résidus seront déposés derrière le mur et dans la vallée. Cette conception est une technique de construction courante utilisée dans les installations de stockage de résidus. Les trois conceptions principales sont les structures en aval, en amont et sur la ligne médiane, qui désignent la direction dans laquelle la crête du remblai se déplace par rapport au mur de départ à la base du mur de remblai. Le TSF est une structure en aval. Les résidus sont généralement évacués par le haut de la crête du barrage, créant ainsi une plage et un bassin de surnageant résultant se développe aussi loin que possible du mur. Lorsque les propriétés des résidus conviennent, la ségrégation naturelle des matériaux grossiers s'installe le plus près possible de l'embout mâle et les fines les plus éloignées.

Selon les études d'Epoch, 50 à 60% de l'eau contenue dans les boues de résidus devrait être récupérée et restituée à l'usine sous forme de moyenne annuelle. Une grande partie de l'eau des résidus s'évaporerait et restera dans le barrage avec les solides décantés, mais les précipitations remplaceront une partie de cette eau perdue.

Lors de la cessation de l'exploitation de la TSF, l'accent sera mis sur la couverture et la végétation de la surface supérieure de l'installation, le déclassement des installations associées à la TSF et la mise en place de mesures de contrôle des eaux pluviales et de l'érosion, selon les besoins. La durée du processus de fermeture finale peut être affectée par le temps nécessaire au séchage du bassin de l'installation pour permettre la mise en place du matériau de couverture en vue de l'établissement de la végétation.

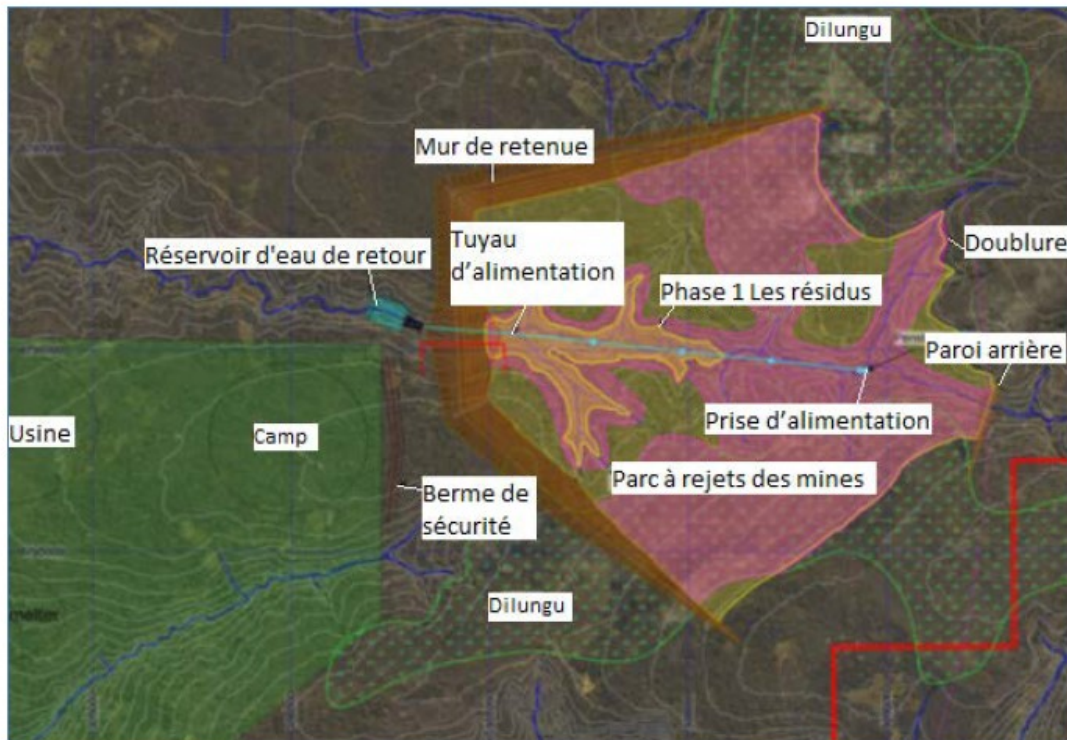


Figure 38: Parcs à rejets des mines proposés à Kakula

2.12.5. Les mesures de gestions des rejets miniers

Les tests géochimiques effectués par Golder sur un échantillon représentatif de résidus le classent dans la catégorie «déchet de mine», ce qui pose moins de problèmes qu'un «déchet dangereux» mais plus problématique qu'un «déchet non dangereux». Selon les réglementations minières de la RDC pour un tel déchet lixiviable, et une perméabilité au sol de $3 \text{ m} \times 1 \times 10^{-6} \text{ cm} / \text{s}$, aucun revêtement n'est requis. Malheureusement, le sol pour Kakula TSF est plus perméable que cette valeur seuil, ce qui nous oblige à aligner le barrage ou à modéliser les infiltrations pour déterminer l'impact et les mesures d'atténuation requises. Golder a effectué une modélisation préliminaire des infiltrations au cours de la vie de la mine TSF. Les résultats des études de Golder montrent qu'en ne tapissant que la formation de sables du Kalahari, la contamination est contenue et gérée dans la TSF pour toute la période opérationnelle (20 ans). Les formations restantes (Colluvium et Diamictite) ne contribuent pas de manière significative à la propagation de la vitesse des contaminants.

La modélisation montre que cette zone sablonneuse est la seule zone préoccupante et que le reste de la TSF ne laisse pas fuir de quantités importantes d'eau dans l'environnement. Notez que la zone sablonneuse du côté nord de la TSF n'entraîne pas beaucoup d'infiltrations en raison de la topographie favorable de cette zone. Pour éviter les infiltrations, les mesures d'atténuation comprendront un mur en terre cuite de 3 m sous le mur dans les zones sablonneuses et un revêtement en géomembrane recouvrant les zones sablonneuses. On peut voir que cela est très

efficace pour réduire le suintement de la TSF dans l'environnement.

Compte tenu de ces résultats, Golder recommande de ne pas installer de revêtement en plastique (géomembrane) sur toute la surface au sol de la TSF, mais uniquement sur la zone sableuse problématique située du côté sud de la TSF.

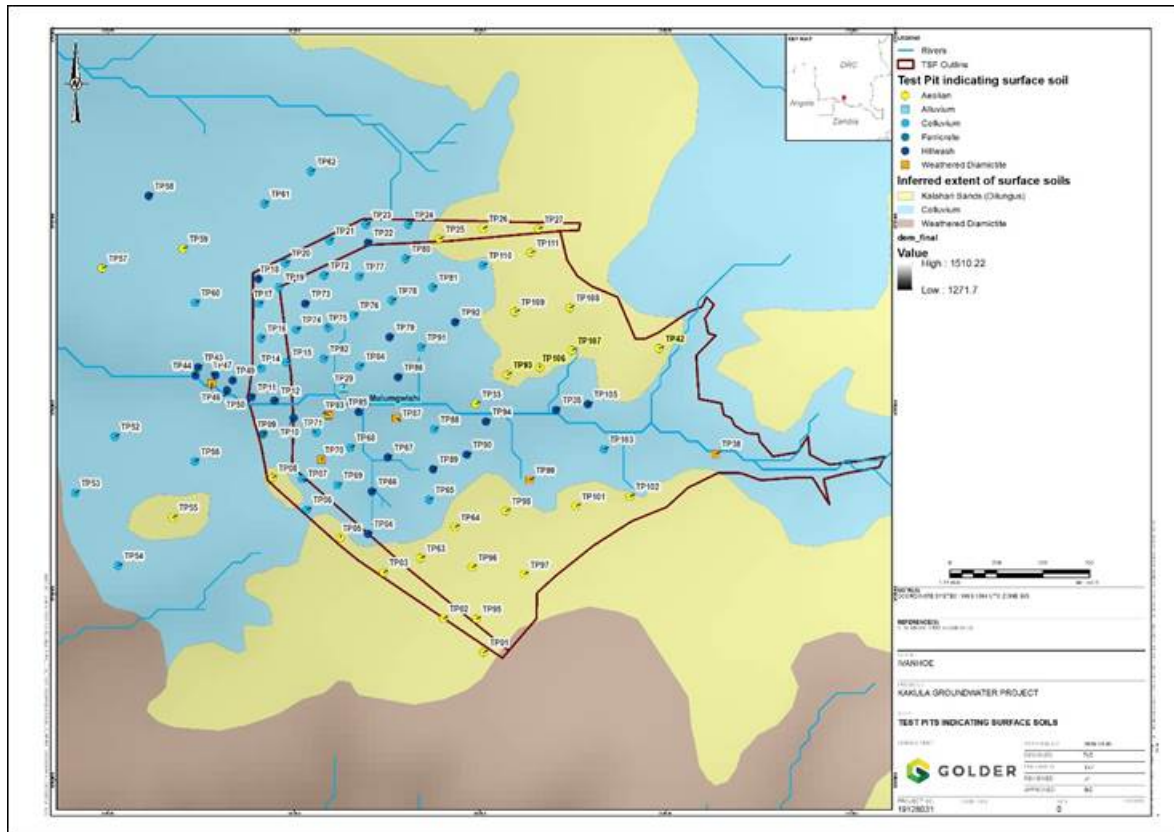


Figure 39: Modélisation des infiltrations au niveau du TSF de Kakula

2.13. Les moyens de transport

Les types de mobile utilisés par Kamoa étant représentés par les histogrammes en bleu sur ce graphique ci-dessous, nous voyons bien qu'il s'agit bien des : camions (c1), camionnettes (c3), engin lourd (e8), bus (g2), jeep (j1), mb (minibus), remorque (r1), semi-remorque (sr1) et voitures (v1).

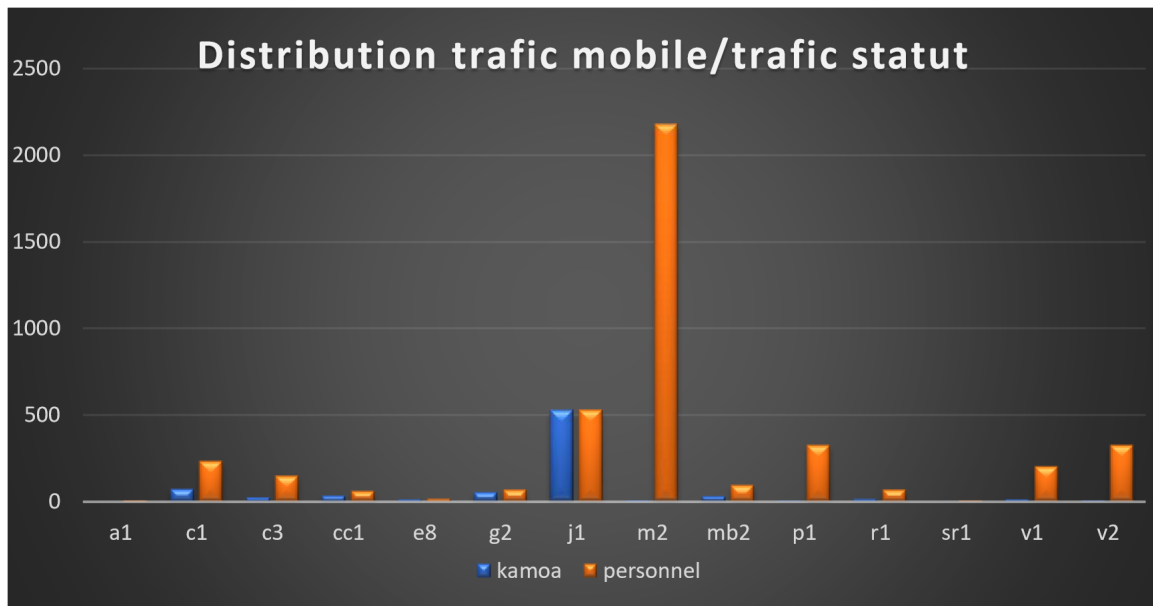


Figure 40: La distribution du trafic mobile

3.13.1. Accès et voie d'évacuation au Projet

Actuellement, plusieurs itinéraires logistiques alternatifs sont disponibles pour le transport des concentrés de cuivre de Kamoia-Kakula vers les fonderies et les ports régionaux :

- le corridor Nord-Sud entre le sud de la RDC et Durban ou Richards Bay en Afrique du Sud est considéré comme le corridor d'exportation le plus attrayant et le plus fiable. Le produit serait transporté par camion jusqu'à Ndola en Zambie, puis chargé dans des trains pour un transport ultérieur vers les ports de Durban ou de Richards Bay en Afrique du Sud ;
- à l'avenir, il est possible d'utiliser la ligne de chemin de fer existante de 2 000 km entre Kolwezi et le port Angolais de Lobito. Cette ligne a été reconstruite sur 1 600 km entre Lobito et la frontière Angolaise-Congolaise à Dilolo et peut supporter une capacité de 20 Mtpa. Les 400 km situés du côté de la RDC de la frontière, de Dilolo à Kolwezi, sont en mauvais état et ont besoin de réparations et d'améliorations majeures. Dès que cette section aura été suffisamment réhabilitée et mise en service, Kamoia devra construire un embranchement ferroviaire privé de 20 km reliant la mine à la ligne principale et le produit sera acheminé directement de la mine à Lobito pour exportation.

Kamoia disposera d'un certain nombre de couloirs d'exportation de remplacement et pourra être utilisé si nécessaire. Outre le corridor nord-sud jusqu'à Durban et le corridor Lobito / Benguela à l'ouest, le corridor Tazara jusqu'à Dar es Salaam en Tanzanie et la possibilité d'exporter une partie du volume via Walvis Bay en Namibie existent également.

Le concentré sera ensaché au concentrateur de Kakula et acheminé par la route vers l'installation la plus proche du nord de la Zambie, où le fret peut être transféré de la route au rail. Un certain nombre de transporteurs routiers sont actifs sur cet itinéraire. On présume qu'une nouvelle installation intermodale (route à rail) sera disponible à Chingola, à 45 km par route de la frontière entre la RDC et la Zambie à Kasumbalesa. Zambia Rail (ZRL) et un certain nombre d'entreprises de logistique privées envisagent de développer davantage d'installations reliées au rail plus au nord de Kitwe, qui est actuellement l'installation reliée au rail la plus septentrionale et la plus proche de la frontière avec la RDC. Le concentré ensaché sera ensuite emballé dans des conteneurs de 20 pieds au port.

Le corridor Nord-sud est représenté schématiquement à la figure 42 ci-dessous.

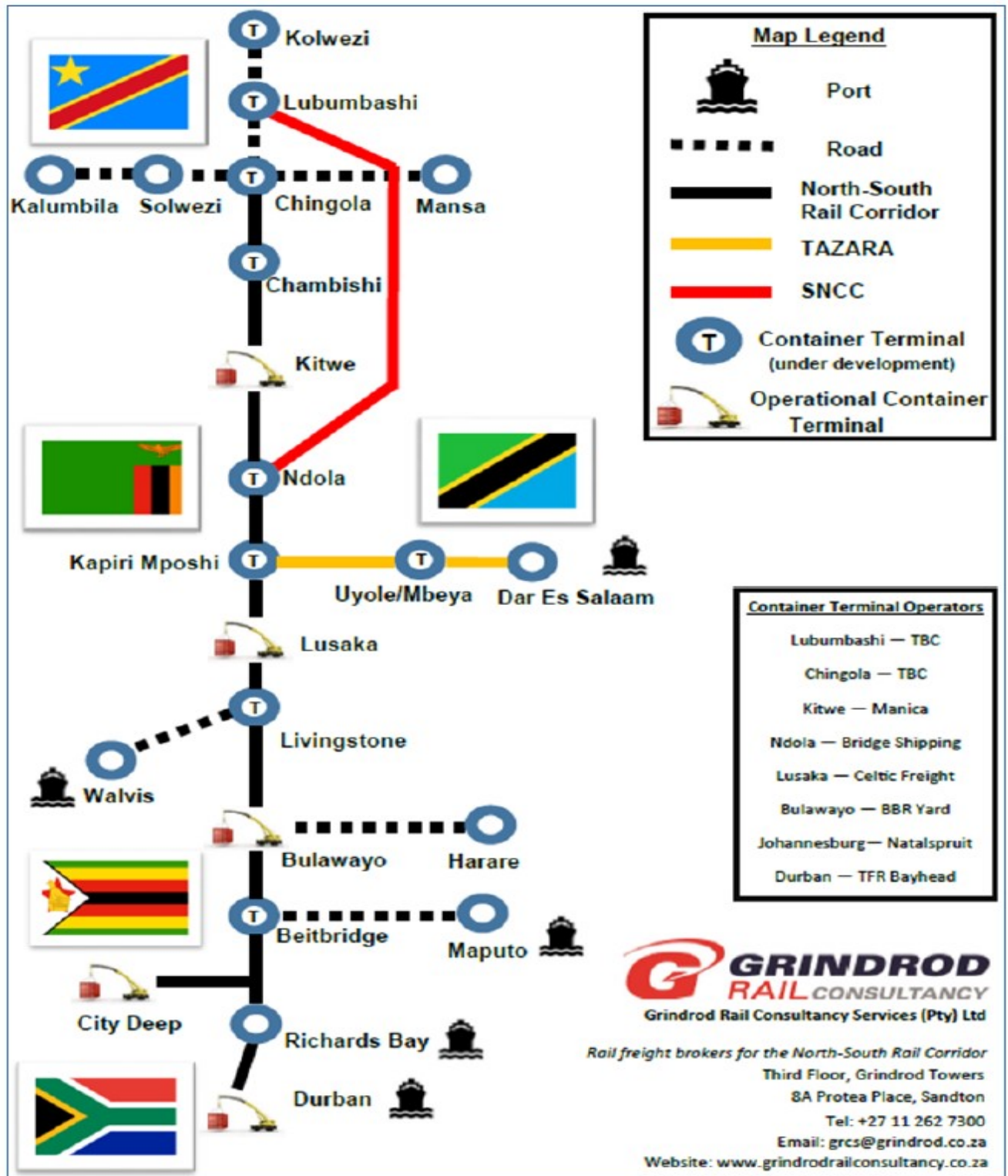


Figure 41: La voie d'évacuation sur le corridor Nord-sud

TITRE III. DE L'ANALYSE DU SYSTEME ENVIRONNEMENTAL AFFECTE PAR LE PROJET DE MINE

Chapitre I. DES COMPOSANTES DU SYSTEME ENVIRONNEMENTAL

3.1.1. De l'obligation d'analyser les composantes du système environnemental

Conformément à la loi n°11 /009 du 09 juillet 2011 portant principes fondamentaux relatifs à la protection de l'environnement, et aux prescrits de l'article 25, Annexe VIII, du Règlement Minier en vigueur en République Démocratique du Congo, les activités de la société KAMCO vont produire des impacts sur l'une des composantes pertinentes du site.

De même aussi, les activités de KAMCO vont impacter sur l'environnement général du site où la société est implémentée. D'où, l'urgence de connaître et d'analyser les différentes composantes du système environnemental du site ainsi que leurs impacts avant, pendant et après le début des activités et d'en prévoir les mesures pour les annuler, les atténuer ou encore les maîtriser.

Ainsi, dans ce paragraphe, trois composantes pertinentes de l'environnement du Projet Kamoia - Kakula ont été identifiées, décrites et analysées ci – dessous. Il s'agit de la composante : environnement physique, environnement biologique et environnement humain (socio – économique). Chacune de ces trois composantes est décrite et analysée ci – dessous.

3.1.2. Des documents de référence

Pour étudier ces différentes composantes énumérées antérieurement nous avons fait recours à :

1° : L'étude documentaire consistant à consulter les ouvrages et articles scientifiques traitant de la région notamment :

- L'analyse des résultats géographiques des études réalisées. Cailteux (DRD/DIR) ;
- Etude de l'arc cuprifère Ouest du Shaba. François (Gécamines1973) ;
- Le cuivre et la végétation du Shaba. Malaisse 1994 ;
- Le Katanguien compétent de l'extrême Sud. Intiomale, 1978 ;
- La minéralisation Epigénétique et syngénitique du Katanga. Milambo 1974.
- L'arc cuprifère Katanguien. Mabillot 1973.
- ALABASTER, J.S., et R. LLOYD. 1982. 'Critères de qualité des eaux pour les poissons d'eau douce'. Cambridge University Press. United Kingdom.
- Hydrogéologie de Base', 12668-10100-1. Golder Associates Protocoles de bio-évaluation rapide des ruisseaux et des rivières peu profondes: les diatomées, les macro-invertébrés benthiques et les poissons'.

- EPA 841-B-99-002. Agence américaine pour la protection de l'environnement. Etats-Unis d'Amérique. BOONE, O., 1961. 'La carte ethnique'. CITES, 2006.
- La Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction. CITES Species Database www.cites.org.
- DE KIMPE P., 1964. 'Contribution à L'étude Hydro Biologique du Luapula-Moero, 238P.
- DERM, 2009. 'Manuel de suivi et d'échantillonnage - Pour se conformer aux exigences de la politique de protection de l'environnement (eaux)'. For Meeting the EPP (Water) 2009. www.cites.org.
- Le Code et le Règlement minier de 2018 ;
- Anonyme (1998) : Monographie du Katanga. Kinshasa ;
- Anonyme (2017) : Rapport annuel du territoire de Kipushi. Kipushi. 132 pages ;
- APG (2009 et 2016) : Angiosperm Phylogenic groups ;
- KAMOA COPPER SA (2017) : Etude d'impact Environnemental et social. PGEP. KAMOA. ;
- Malaisse (1997) : Se nourrir en forêt claire tropicale. Approche écologique et nutritionnelle. Presses universitaires de Gembloux. 384 pages ;
- MECNT/ ICCN (2006) : Arrêté ministériel portant la liste relative aux espèces animales et végétales totalement et partiellement protégées en République Démocratique du Congo. Institut Congolais pour la Conservation de la Nature. Kinshasa. 58 pages. ;
- Pierre MEERTS (2011) : Ecologie et bio-géochimie des affleurements métallifères du Katanga. Laboratoire d'Ecologie végétale et Bio-géochimie, Université Libre de Bruxelles, Av. F.D. Roosevelt 50, CP 244, B-1050 Bruxelles, Belgique ;
- Boisson, Sylvain Mailto (2011): Contribution à la conservation de la flore cupro-cobalticole endémique du Katanga (R.D.C.) : Conservation en banque de graines et régénération d'espèces métallocoles ;
- Donato Kaya Muyumba et al. (2015) : Caractérisation des systèmes sols-plantes dans les collines de l'arc cuprifère du Katanga.
- AMC. (2012). *Kamoa - Kakula Project - NI 43 101 Technical Report*. Ivanplats Limited.
- AMC Consultants. (2013). *Kamoa 2013 Preliminary Economic Assessment*. Wayville SA: AMC Consultants Pty Ltd.
- BBOP. (2009). *Biodiversity Offset Implementation Handbook*.
- CAMI. (2012, December). *FlexiCadastre Portal*. Consulté le January 2013, sur DRC Mining Cadastre Map: http://www.flexicadastre.com/drcmapportal/?utm_source=Spatial+Dimension+PRs&utm_campaign=6c3c9af551-DRC_Portal&utm_medium=email
- Canadian Environmental Assessment Agency. (1999). *Cumulative Effects Assessment - Practitioners Guide*.

- Eco-livelihoods. (2013). *Profiled Project*. Consulté le January 2013, sur Eco-livelihoods: <http://www.eco-livelihoods.com/projects.html>
- EPOCH. (2016). *Scoping Study Report for the Residue Disposal Facility for the Kakula Mine Site*.
- GARD Guide. (2009). *Global Acid Rock Drainage Guide, Rev 0*. Consulté le August 2012, sur The International Network for Acid Prevention: www.gardguide.com
- Golder. (2013). *11613890-12287-17 Kamoa-Kakula Project: Liner Study Phase 1 Geotechnical Investigations*. Midrand: Golder Associates Africa Pty Ltd.
- Hatch Goba. (2013). *Ivanhoe Mines Kamoa- kakula Project Scoping Study Labour Report*.
- IFC. (2012). *Performance Standards*. International Finance Corporation.
- IUCN. (2013). Consulté le July 08, 2013, sur IUCN Red List of Treatedened Species. Version 2011.2:
- IUCN and UNEP. (2010). *The World Database on Protected Areas (WDPA)*. UNEP-WCMC. Cambridge, UK.
- Key, R. L. (2001). *The western arm of the Lufulian Arc in NW Zambia and its potential for copper mineralisation*. Journal of African Earth Sciences.
- Kottek M et al. (2006). *World Map of Koppen-Gieger Climate Clasification*.
- NECSA. (2013). *Kamoa Copper Project - Environmental Social and Health Impact Assessment - Radiological Baseline Repor*.
- OreWin. (2016). *-feasibility study (PFS) for the first phase of development of the Kamoa-Kakula Copper Project w*.
- White, F. (1983). *The vegetation of Africa, a descriptive memoir to accompany the UNESCO/AETFAT/UNSO vegetation map of Africa3 plates, Northwestern Africa, Northeastern Africa, and Southern Africa, 1:5,000,000*. Paris: UNESCO.
- World Bank Group. (2007). *Environmental, Health and Safety guidelines*.
- World Bank Group. (2007). *Environmental, Health and Safety Guidelines - Mining*. WBG.
- WWF. (2004). *Central Zambezian Miombo*. Consulté le December 11, 2011, sur Terrestrial Ecoregions of the World: <http://www.eoearth.org/view/article/151033/>
- WWF, & IUCN. (1994). *Centres of plant diversity. A guide and strategy for their conservation* (Vol. I: Europe, Africa, South West Asia and the Middle East). Cambridge: IUCN Publications Unit.

Chapitre II : DE LA DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE DU PROJET

3.2.1. TOPOGRAPHIE, GEOLOGIE ET DE L'UTILISATION DES SOLS

3.2.1.1. TOPOGRAPHIE

La zone du projet est au bord d'une crête orientée nord – nord-est à Sud – Sud-Ouest qui est incisée par de nombreux ruisseaux et rivières. L'élévation de la zone du projet varie de 1 300 m à 1 540 m au-dessus du niveau de la mer (AMSL), avec des activités d'exploration actuelles dans des zones d'élévation de 1 450 m à 1 540 m au-dessus du niveau de la mer (AMSL). La topographie locale du projet est affectée par les bassins versants des rivières Mukanga, Kamoia et Lulua ainsi que des ruisseaux Kalundu, Kansoko et Kabulo.

Le projet se trouve juste au nord du bassin versant séparant les bassins hydrographiques du Zambèze et du Congo. Mukanga, Lwampeko, Kansoko et Kamoia sont les principaux ruisseaux de la zone du projet. Ce sont les principales sources d'eau potable pour les communautés locales. Les zones humides de la zone générale Courant du projet comprennent les dambos (dépressions remplies d'eau), les marais et les sables humides du plateau.

Le projet est généralement bien végétalisé avec la forêt centrale de miombo de Zambesian, caractérisée par des forêts feuillues à feuilles caduques et des savanes entrecoupées de prairies, de zones humides et de forêt riveraine. Les prairies situées sur le plateau du Kalahari Sand, ainsi que les forêts riveraines, sont le type de végétation le plus fréquent après la forêt de miombo. La forêt riveraine domine à côté des cours d'eau.

Il n'existe pas de voies migratoires connues d'espèces animales menacées dans la zone du projet. Les informations recueillies lors d'entretiens avec des populations locales indiquent que les seules espèces protégées dans la zone du projet sont les tortues terrestres, qui se trouvent dans toute la région. Le Felis Serval (Serval) partiellement protégé se trouve également dans la région. Le braconnage a sévèrement diminué le nombre de grands mammifères.

La perturbation la plus fréquente de la végétation est l'agriculture, et en particulier la pratique de la culture par brûlage à la barre. Il y a actuellement peu de preuves de l'exploitation forestière commerciale, probablement en raison de la mauvaise infrastructure routière. Woodland est seulement défrichée ou partiellement connectée près des villages où le besoin de terres agricoles et de bois de chauffage (charbon) est le plus grand. Aucune espèce végétale menacée d'extinction n'a été trouvée dans la zone du projet pendant les relevés.

3.2.1.2. La géologie

3.2.1.2.1. La géologie régionale

La province métallogénique de la Copperbelt d'Afrique centrale est hébergée dans des roches métasédimentaires du bassin du Katanga Néoproterozoïque. Les séquences inférieures ont été déposées dans une série de bassins de Rift restreints qui ont ensuite été recouverts par des siltstones marins et des shales de grande envergure, riches en organique. Ces unités («schiste de minerai») contiennent la majeure partie des dépôts au sein de la Copperbelt (le gisement de KAMCO est toutefois une exception à cela). Cet horizon est surmonté par ce qui est devenu une séquence étendue de carbonate mélangé et de roches clastiques du groupe Upper Roan (Selley et al. 2005). La géométrie extensionnelle a été préservée par orogénèse. La forme de l'orogène est définie par un tableau convexe-vers le nord de plis et de failles inverses (l'arc de Lufilian), le plus clairement montré par les schémas affleurement curvilignes des strates du groupe Roan dans la portion Katangien de la Copperbelt.

3.2.1.2.1.1. Stratigraphie

Le bassin de Katangien est surmonté d'un sous-sol composite constitué d'intrusions plus anciennes, déformées et métamorphosées, qui sont principalement d'affinité granitique et de séquences métavolcaniques – sédimentaires supracrustales. En Zambie, ce sous-sol est principalement Paléoproterozoïque en âge (2100 – 1900 ma), alors que dans la région de Kamoia, seul le sous-sol Mésoproterozoïque (~ 1100 – 1300 Ma) est connu.

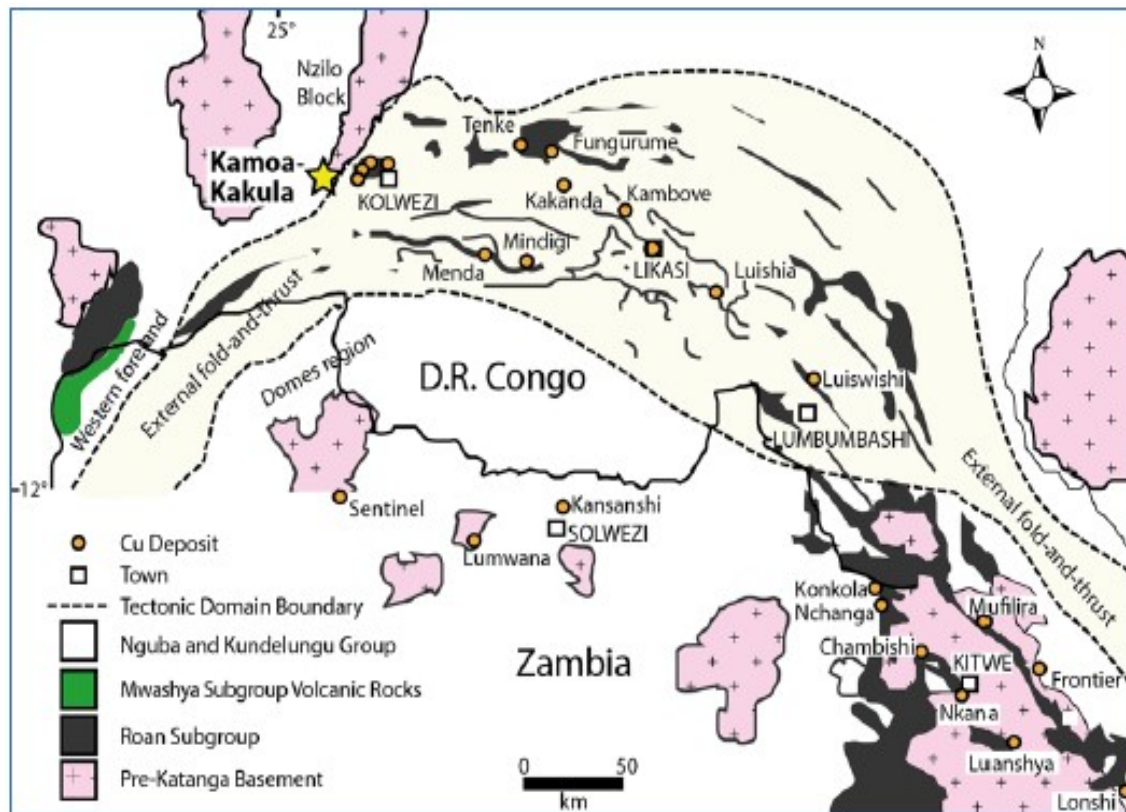


Figure 42: La géologie de la ceinture du copperbelt de l’afrique centrale

La nomenclature peut prêter à confusion pour le supergroupe Katanga de 5 km à 10 km d’épaisseur. Le secteur de la RDC est actuellement subdivisé en groupes Roan (R), NGuba (ng) et Kundulungu (ku). Les groupes NGuba et Kundulungu étaient auparavant connus sous le nom de groupes Inferieur Kundelungu ou Kundelungu inferieur (Ki) et Upper Kundelungu ou Kundelungu superieur (KS) respectivement. Les descriptions géologiques et lithologiques utilisées sur le site, et donc dans le présent rapport, utilisent la nomenclature antérieure.

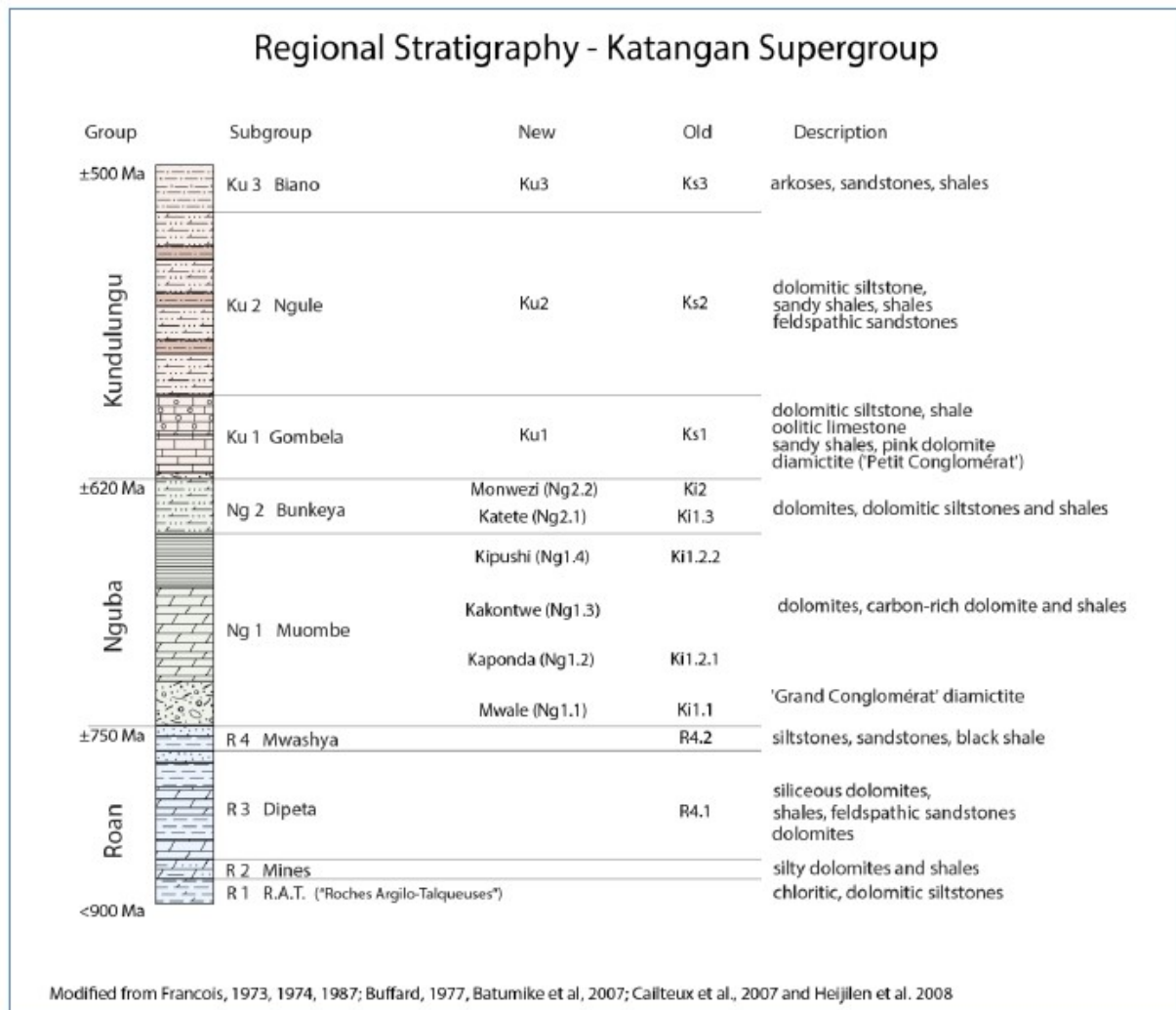


Figure 43: Séquence stratigraphique de la ceinture du Copperbelt Katangien.

Les roches métasédimentaires du groupe Inferieur de Roan ont été déposées dans un environnement qui était initialement de caractère terrestre mais qui a évolué à un caractère marin au cours d'une transgression régionale. Dans le groupe Roan basal, des conditions temporairement anoxiques dans un environnement lagunaire à vasière ont prévalu, donnant lieu à des intercalations de roches porteuses d'Evaporite dans les successions siliclastiques – carbonates.

L'apparition de la deuxième phase du Rift a été marquée par une transition abrupte des roches du faciès des carbonates plateformes jusqu'aux roches de faciès de siltstone du sous-groupe Mwashya (partie supérieure du Groupe de Roan) et une diamictite glaciogène distinctive, réduisant de façon variable, le grand conglomérat. Au cours de cette phase de dépôt, il y a eu un élargissement progressif du bassin de sorte que les jeunes strates s'accroissent au sous-sol à la périphérie du bassin (Selley et al, 2018).

Le grand conglomérat est l'une des deux formations glaciogènes reconnues (l'autre étant le petit conglomérat) au sein du Katangien. Il est développé à la base du groupe Kundulungu Inferieur. Il est largement développé dans toute la région de la ceinture de Lufilian et est plafonné par la formation de Kakontwe (Wendorff et Key, 2009). Il est caractérisé par des diamicties massives et soutenues par des matrices avec des clastes qui varient des granules aux rochers. La matrice est généralement très riche en boue ou en limon, avec des couches de schistes varvés ou de siltstone interstratifiés. Les clastes de dropstone sont souvent évidents dans ces séquences finement stratifiées (Binda et Van Eden, 1972). Ces caractéristiques sont considérées comme la preuve que le grand conglomérat est d'origine glaciaire, ou la réédimentation de sédiments glaciaires (Binda et Van Eden, 1972; Wendorff et Key, 2009).

3.2.1.2.1.2. Structure

Le bassin de Katangien a été inversé au cours de l'orogénèse Lufilienne panafricaine, passant d'environ 580 ma à 500 ma. L'arc Lufilien peut être divisé en sous-régions, dont la Copperbelt de Katangien (Congo) en RDC appartient à un terrane extérieur de l'arc, le pli extérieur et la ceinture de Poussée. La géométrie de l'arc, de caractère similaire à la flexion oroclinale, a été interprétée conventionnellement comme étant composée d'une pile de plis et de feuilles de poussée à peau mince, au nord (p. ex., François et Cailteux, 1981; Kampunzu et Cailteux, 1999), mais d'autres travaux (de MAGNEE et François, 1988; Jackson et coll., 2003; Selley et coll., 2018) favorise une origine tectonique du sel.

Tous les gisements de cuivre (+/-cobalt) du sous-groupe minier de la Copperbelt de Katangien se présentent sous forme de méga-fragments (écaillés) jusqu'à des kilomètres de taille, dans cette méga-breccia. Le district de Kolwezi comprend des méga-fragments du sous-groupe de mines placées au-dessus du niveau des strates KS 2.1.

Kamoa se trouve en dehors de ce domaine, avec une configuration structurale beaucoup plus simple, semblable dans le style aux portions Sud congolaises et zambienne de la Copperbelt, et en contraste aigu avec les patrons complexes de déformation du district voisin de Kolwezi. Les roches du groupe Roan et Kundulungu sont légèrement déformées, les plis ouverts et verticaux étant orientés vers l'est-nord-est et l'ouest-nord-ouest, formant des patrons de Dôme et de bassin, interprétés comme hérités de l'architecture du sous-bassin associée au Mwashya Stade du Rift sous-groupe (Selley et coll., 2018).

3.2.1.2.2. Géologie locale

Le gisement Kamoa modélisé est situé dans un terrane largement replié centré sur les dômes Kamoa et Makalu entre la faille West Scarp et Kansoko Trend. Le gisement de Kakula est situé dans un terrane largement plié avec les portions centrales de Kakula, et Kakula Ouest, situé sur le dessus des antifformes. Les dômes

forment des fenêtres érosionnelles qui exposent la limite redox entre les grès hématitiques (oxydés) sous-jacents, et le grand conglomérat diamictite (l'hôte de la minéralisation), Carbonacé et sulfuré (réduit). Le contour des dômes utilisés dans le modèle de ressources est élargi pour inclure des portions du grand conglomérat qui ont été lessivés de la minéralisation. Contrairement aux dépôts tectoniquement démembrés de la ceinture de Copperbelt de Katangien, et à la courroie de pli et de Poussée externe, les roches hôtes de Kamoakakula sont intactes et relativement non perturbées.

Deux tendances primaires sont évidentes sur le projet et sont interprétées comme héritées de l'architecture sous-bassin sous-jacente. Un premier ordre orienté vers le nord-est et des synformes à tendance est-nord-est de deuxième ordre se produisent à Kamoakakula et le projet vers Kolwezi. Des synformes à tendance ouest-nord-ouest de deuxième ordre se produisent à Kakula, généralement conformes à la tendance de la zone de Monwezi Fault, au niveau régional, de la Copperbelt centrale congolaise (Selley et coll., 2018). La croissance du bassin pendant le dépôt du grand conglomérat est évident dans un épaissement progressif au sud-ouest.

3.2.1.2.2.1. Description lithologique

À Kamoakakula, le grès et le siltstone à hémolyse du sous-groupe Mwashya forment les couches inférieures oxydées, et les roches pyritiques de la diamictite basale et des siltstones interstratifiés forment la roche hôte réduite (Twite et al. 2018).

Bien que souvent associés à des origines glaciaires, les diamictites du grand conglomérat à Kamoakakula sont interprétés comme les dépôts de coulées de débris cohésifs, avec les unités de grès et de Pierre de limon, le produit de la turbidité coule dans un rapidement en diminuant et en évolution Rift (Kennedy et al. 2018). L'abondance de framboïdale pyrite, qui ne peut se former que sous des conditions anoxiques, suggère qu'il y avait peu de shauthorisant le bassin même avec l'apport sédimentaire substantiel (Kennedy et al. 2018). Cette pyrite a joué un rôle crucial dans la fourniture du réducteur pour la minéralisation du sulfure de cuivre dans les diamictites et les unités de siltstone à la base du grand conglomérat (Schmandt et al. 2013).

3.2.1.2.2.2. Séquence stratigraphique

Dans la zone du projet, une stratigraphie localisée distincte a été reconnue à la fois pour les gisements de Kamoakakula et de Kakula, définissant un plus grand détail pour le Ki 1.1.1 diamictite basal du groupe Inferieur Kundulungu. Les grès du sous-groupe Mwashya du groupement Roan forment l'unité basale (R 4.2) et sont connus à partir de trois forages sur les limites nord et sud du dôme de Makalu, et un à Kakula, pour avoir une épaisseur de l'ordre de centaines de mètres.

À Kamoakakula, le R 4.2 est recouvert d'une diamictite riche en CLAST (Ki 2, 5), identifiée par son pourcentage de clastes (20% à 35%), la couleur (marron à gris clair), la

matrice sablonneuse, la matrice fréquente et l'altération de l'hématite de remplacement, et l'absence générale de Minéralisation. À son tour, il s'agit d'une diamictite pauvre en CLAST (Ki 1.1.1.3), qui se caractérise par son pourcentage de clastes (< 20% typiquement), une matrice argillacée à sablonneuse fréquemment chloritisée, et sa nature réduite, agissant comme réducteur régional dans la zone du projet, reportez-vous à la figure. La minéralisation est généralement concentrée le long du contact basal de cette diamictite, ou dans une siltstone intermédiaire (Ki 1.1.1.2) à sa base qui est localement développée séparant les deux diamictites. Cette siltstone est typiquement massive à faiblement lits et peut souvent être assez sablonneuse, avec des bandes de grains fins et de clasts retravaillés. Le Ki 1.1.1.2 peut souvent être une zone de siltstone intercalé, de grès et de diamictite, en particulier au sud-ouest dans la région de Makalu où il ressemble plus étroitement aux nombreuses siltstones développées à Kakula, ou le long des zones de tendance nord-ouest qui peuvent indiquer la position des failles syn-sédimentaires. Lorsque des couches intercalées sont développées, la minéralisation de l'unité peut être très variable en réponse aux changements dans les lithologies sous-jacentes, donnant lieu à des profils de grades complexes.

Une siltstone pyritique, développée au niveau régional et finement feuilletée, connue sous le nom de kamoia pyriteuse siltstone, ou KPS (Ki 1.1.2), est développée au-dessus des unités diamictites à kamoia et à Kakula. Les couches sablonneuses ou graveleuses sont développées dans la siltstone; les couches de conglomérat sont développées localement vers la base de l'unité. La pyrite peut aller de fines à grossières, mais comme le montre la figure, même lorsque le grain est grossier, la pyrite se trouve toujours concordante avec les plans de litage. Le contact basal du KPS est marqué par des varves très finement stratifiées. Les dropstones peuvent être vus comme causant une déformation des sédiments mous. À Kamoia, le KPS peut héberger la minéralisation le long du contact basal où la diamictite pauvre en CLAST (Ki 1.1.1.3) est absente. La KPS est recouverte d'une épaisse séquence de diamictite avec des couches de siltstone discontinues latéralement (Ki 1.1.3).

Le Ki 1.1.4 est une unité développée au niveau régional, de moyenne à gris verdâtre à couches de siltstone pyritique laminé avec des intercalations de grès gris clair et de petits cailloux graveleux. Comme avec le KPS, les fines lamelles mettent en évidence la déformation sédimentaire molle et les plis syn-sédimentaires. Les textures retravaillées sont également couramment observées dans cette unité (Twite, 2016). Le Ki 1.1.4 est recouvert d'une épaisse (> 300 m) unité de lumière grise greenish, CLAST pauvre diamictite (Ki 1.1.5). Un grès relativement épais (moyen de 24 m), distinctif, à lit croisé sépare le Ki 1.1.5 de la Ki-diamictite sus-jacente, qui est de caractère similaire au Ki 1.1.5. (Figure 45)

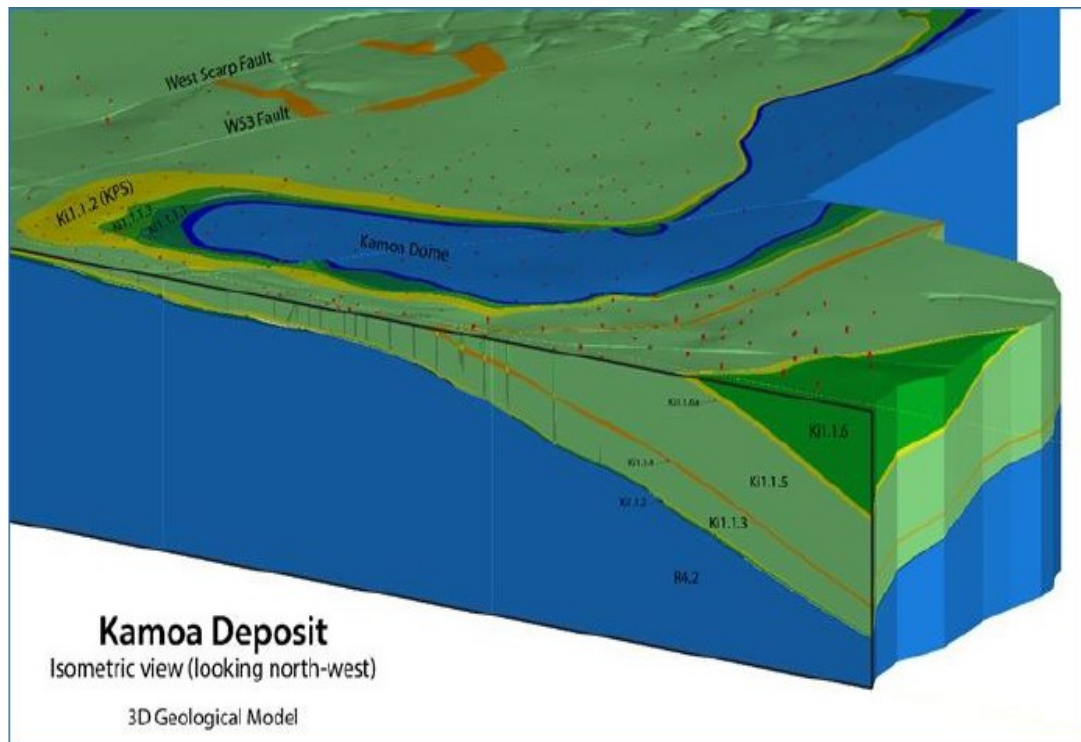


Figure 44: Vue isométrique du modelé géologique à trois dimensions de Kamoā

Comme avec Kamoā, les grès du sous-groupe Mwashya du Roan Group (R4.2) forment l'unité basale de Kakula. La distinction des diamictites riches en CLAST et pauvres en CLAST à Kakula n'est pas aussi claire. Kakula est situé dans une zone où le bassin a approfondi, et le paquet Ki 1.1.1 a épaissi de façon spectaculaire. Les diamictites du Ki 1.1.1 sont généralement pauvres en CLAST et sont typiquement plus limoneux, suggérant que Kakula représente un environnement de dépôt plus distal par rapport à Kamoā. À Kakula, de nombreux siltstones sont développés dans le Ki 1.1.1, en particulier dans la moitié inférieure de l'unité. Ces siltstones semblent être largement continus ; Cependant, il n'y a pas de corrélation claire entre une siltstone spécifique à Kakula et le siltstone intermédiaire (Ki 1.1.1.2) reconnu à Kamoā. Une unité lithologique clé reconnue à Kakula est une siltstone basal continue latéralement, développée juste au-dessus du contact R 4.2. Le siltstone basal est séparé du contact R 4.2 par un étroit (souvent de < 1 m d'épaisseur), mais constamment développé, riche en CLAST comme avec Kamoā, les grès du sous-groupe Mwashya du Roan Group (R 4.2) forment l'unité basale de Kakula. La distinction des diamictites riches en CLAST et pauvres en CLAST à Kakula n'est pas aussi claire. Kakula est situé dans une zone où le bassin a approfondi, et le paquet Ki 1.1.1 a épaissi de façon spectaculaire. Les diamictites du Ki 1.1.1 sont généralement pauvres en CLAST et sont typiquement plus limoneux, suggérant que Kakula représente un environnement de dépôt plus distal par rapport à Kamoā. À Kakula, de nombreux siltstones sont développés dans le Ki 1.1.1, en particulier dans la moitié inférieure de l'unité. Ces siltstones semblent être largement continus ;

Cependant, il n'y a pas de corrélation claire entre une siltstone spécifique à Kakula et le siltstone intermédiaire

(Ki 1.1.1.2) reconnu à Kamoia. Une unité lithologique clé reconnue à Kakula est une siltstone basal continue latéralement, développée juste au-dessus du contact R 4.2. Le siltstone basal est séparé du contact R 4.2 par une diamictite étroite (souvent de < 1 m d'épaisseur), mais constamment développée, riche en CLAST.

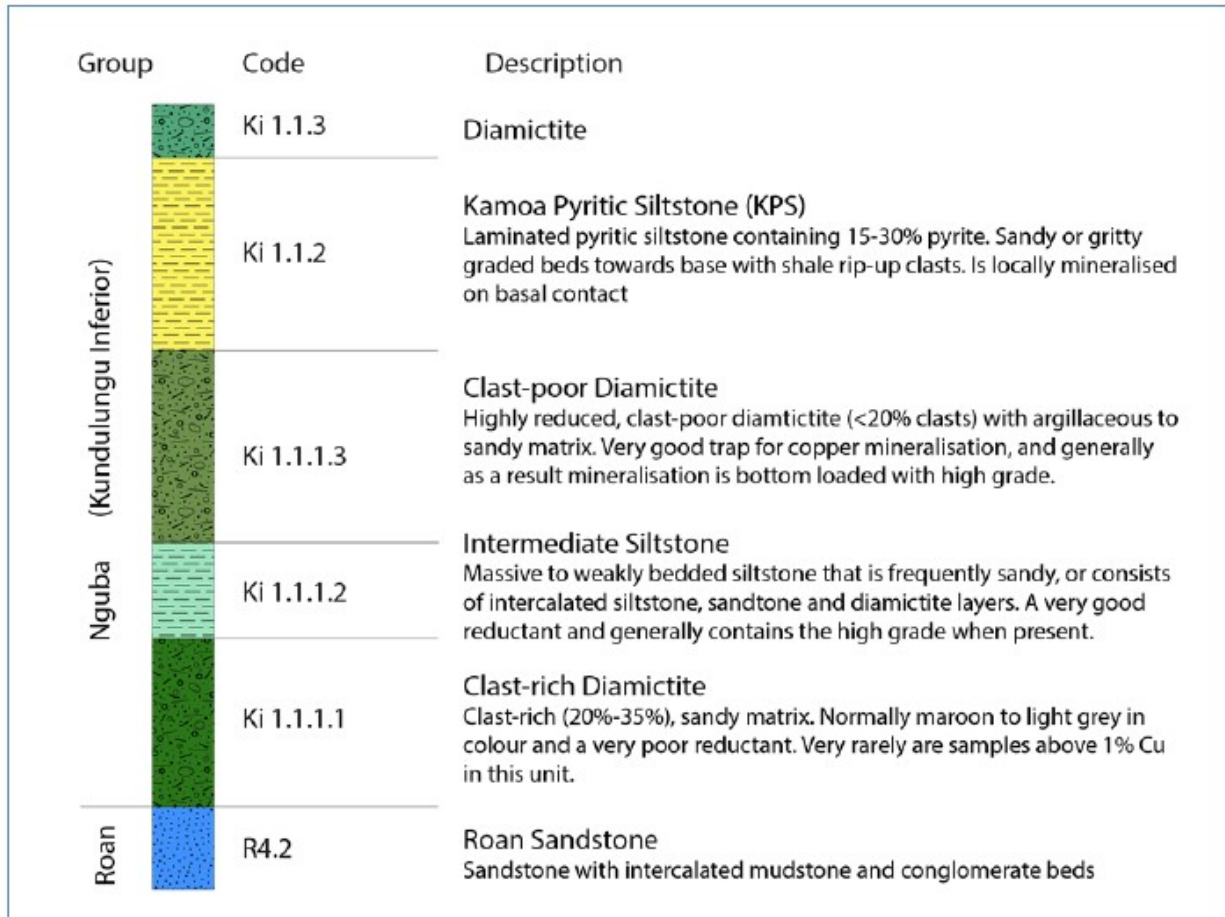


Figure 45: Stratigraphie local du gisement de Kamoia

3.2.1.3. L'utilisation des sols

3.2.1.3.1. Méthodologie

En ce qui concerne la méthodologie employée, le document de base utilisé pour la sélection des points d'échantillonnage était la carte de végétation de Kamoia-Kakula fournie par le Service de GEO-EXPLORATION.

Ce travail d'échantillonnage a été quelque peu effectué comme un travail d'orientation. En effet, il a couvert des étendues de dimension assez large du fait que chaque point échantillonné (avec profil creusé) était séparé de son voisin le plus proche d'une distance minimale de 2000 mètres (2 km). C'est ainsi que ce rapport donne des informations générales sur les sites échantillonnés.

Pour la sélection des points d'échantillonnage, l'outil de départ était la carte de la végétation du site à partir de laquelle un macro zonage axé sur deux points a été effectué :

- 1) Chaque type de végétation homogène et continue a été considéré comme une unité d'échantillonnage ;
- 2) Deux types de végétation similaires (sur carte) mais séparées sur la carte par d'autres types d'écosystèmes ont été considérés comme deux points d'échantillonnage différents.
- 3) Au niveau de chaque point sélectionné ont été créés, au moins, un profil pédologique de 2 mètres de profondeur en moyenne.

Ainsi, au niveau de chaque point sélectionné, un puits, encore appelés fosses ou profils pédologiques, a été creusé par le TLB excavateur (tractopelle) fournie pour le service de Géo-exploitation de KAMCO.

Ensuite, au niveau de chaque horizon pédologique, les éléments suivants ont été décrits :

1. Données générales concernant le profil : Date de description, Auteur, Localisation (lieu), Coordonnées géographiques, Altitude, Position topographique, Géomorphologie de la zone, végétation de la zone et utilisation du sol
2. Informations générales concernant le sol : roche mère, drainage, état hydrique du sol, présence roches/cailloux en surface, traces d'érosion, Influence humaine
3. Description détaillée de chaque horizon du profil.

A la fin de ces descriptions, les échantillons de principaux horizons du profil ont été pris pour analyses physicochimiques et enfin, une photo représentant l'horizon avec ses différents profils a été prise.

Dans la section suivante, les éléments récoltés sur terrain au cours de cette étude sont détaillés.

3.2.1.3.2. Résultats et interprétation

Ci-dessous, les principaux résultats obtenus au cours d'études pédologiques du site Kamoakakula sont présentés.

Tableau 25: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-1)

Données concernées	Résultats obtenus	Observations
Date de description	08 juin 2019	
Auteur	CEMIC	
Localisation (lieu)	Cité de Maseki (dans le Dilungu)	
Coordonnées géographiques	S 10°52'13,4" E 025°08'32,6"	Horizon creusé dans dilungu
Altitude	1374 m	
Position topographique	Plaine	
Géomorphologie de la zone	Plat	Pourcentage d'occupation
Végétation de la zone	Herbacée inondable	Villages : 0%
Utilisation du sol	Naturelle	Agriculture : 0%
Roche mère	Alluvion	Elevage : 0%
Drainage	Très pauvre	Commerce : 0%
Etat hydrique du sol	Très humide	Industries : 0%
Présence roches/cailloux en surface	Aucune	Naturel : 100 %
Traces d'érosion	Aucune	
Influence humaine	Aucune	

Tableau 26: Présentation des résultats par horizon

Numéro horizon	1	2	3	4	5	6
Symbole principal	A1	A2	AB	B2	BC	C
Symbole second				Podzol		
Couleur (Munsell)	7.5YR3/0	7.5YR2.5/2	5YR3/2	7.5YR3/2	5YR6/4	2.5YR6/8
Couleur (littéraire)	Gris très sombre	Brun très sombre	Brun rougeâtre sombre	Brun sombre	Brun rougeâtre clair	Rouge clair
Profondeur (cm)	0 – 9	9 – 20,5	20,5 – 41,5	41,5 – 96	96 – 115,5	115,5 – sup 180
Cimentation	Très faible	Faible	Faible	Faible	Moyenne	Moyenne
Prés débris roches	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu
Présence nodules	Très faible	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu
Numéro échantillon	KA-1/1	KA-1/2	KA-1/3	KA-1/4	KA-1/5	KA1-6

Tableau 27: Résultats des analyses physicochimiques

Numéro horizon	1	4	6
Symbole principal	A1	B2	C
Symbole second		Podzol	
Sable (%)	82	82	60
Limon (%)	3	5	27
Argile (%)	15	13	13
Carbone org (%)	0,24	0,48	1,12
Azote (%)	0,007	0,006	0,02
Base éch (% Na)	0,65	0,76	0,53
Base éch (Ca)	0,24	0,23	0,26

Base éch (Mg)	0,16	0,01	0,32
Base éch (K)	0,41	0,59	0,41
CEC sol [cmol(+)/kg]	1,58	2,28	4,49
CEC argi [cmol(+)/kg]	0,6	0,6	0,6
Saturat bases (%)	99,81	69,68	33,96
Rapport Ca/Mg/K	2,81	38,38	1,99
ESP	41	34	12
pH H2O	4,3	4,8	4,9
pH KCl	4	4,8	5,5
Acidit Al [cmol(+)/kg]	0,16	0,16	0,72
Acidit tot [cmol(+)/kg]	0,16	0,16	1,52
ECEC [cmol(+)/kg]	1,73	1,75	3,04
CaCO3 (%)	0,14	0,15	0,13
Mat organique (%)	0,41	0,83	1,93



Photo 13: Image du profil KA-1

INTERPRETATION DES RESULTATS

- Sol hydromorphe (remplie d'eau) ; passage de C à la roche imperméable de façon brutale, à certains endroits sols blanc sous la végétation herbacées ;
- Texture grossière sable-limoneux (pauvre pour l'agriculture) ;
- Très pauvre en matière organique ;
- C/N = 34 dans l'horizon A : il n'y a pas de perte de matière organique par lessivage ou exportation ;
- Faible teneur en bases échangeables mais saturation en base assez élevée à cause de la faible capacité d'échange cationique ;
- Sol relativement acide. Ecart faible entre l'acidité active et potentielle. Le sol est donc à son stade ultime d'acidification ; la teneur en complexe argilo-humique est extrêmement faible.

- Les valeurs relativement élevées du pourcentage de sodium échangeable (ESP) révèlent que ce sol renferme un excès d'ion sodique échangeable. C'est donc un sol riche en sodium.

Propositions sur type de sol : podzols, alfisols

Tableau 28: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-2)

Données concernées	Résultats obtenus	Observations
Date de description	07 juin 2019	
Auteur	CEMIC	
Localisation (lieu)	Près de source rivière Kalololo	Pas d'agglomération humaine proche
Coordonnées géographiques	S 10°52'12,3" E 025°07'32,7"	
Altitude	1354 m	Pourcentage d'occupation
Position topographique	Dépression	Villages : 0%
Géomorphologie de la zone	Ondulée	Agriculture : 0%
Végétation de la zone	Forêt claire	Elevage : 0%
Utilisation du sol	Naturelle	Commerce : 0%
Roche mère	Eluvion	Industries : 0%
Drainage	Légèrement excessif	Naturel : 100%
Etat hydrique du sol	Frais	
Présence roches/cailloux en surface	Pierreux	
Traces d'érosion	Aucune	
Influence humaine	Aucune	

Tableau 29: Présentation des résultats par horizon

Numéro	1	2	3	4	5	6
Symbole principal	A1	A2	B1	B2	BC	C
Symbole second				B structural		
Couleur (Munsell)	7.5YR5/2	2.5YR4/2	5YR5/6	7.5YR6/8	7.5YR6/8	7.5YR7/8
Couleur (littéraire)	Brun	Rouge doux	Rouge jaunâtre	Jaune rougeâtre	Jaune rougeâtre	Jaune rougeâtre
Profondeur (cm)	0 – 6	6 – 11	11 – 27,5	27,5 – 57	57 – 107	107 – 180
Cimentation	Faible	Moyenne	Forte	Forte	Forte	Forte
Présence roches	Pierreux	Très pierreux	Très pierreux	Très pierreux	Très pierreux	Extrêmement
Présence nodules	Noduleux	Très noduleux	Très noduleux	Très noduleux	Très noduleux	Extrêmement
Numéro échantillon	KA-2/1	KA-2/2	KA-2/3	KA-2/4	KA-2/5	KA-2/6

Tableau 30: Résultats des analyses physicochimiques

Numéro horizon	4	6
Symbole principal	B2	C
Symbole second	B structural	
Sable (%)	57	38
Limon (%)	3	12
Argile (%)	40	50
Carbone org (%)	1,04	0,32
Azote (%)	0,026	0,005

Base éch (% Na)	0,76	1
Base éch (Ca)	0,2	0,34
Base éch (Mg)	0,16	0,32
Base éch (K)	0,71	0,41
CEC sol [cmol(+)/kg]	5,59	3,6
CEC argi [cmol(+)/kg]	2	2,5
Saturat bases (%)	32,68	57,59
Rapport Ca/Mg/K	1,73	2,55
ESP	14	28
pH H2O	4,1	4,6
pH KCl	4	4,1
Acidit Al [cmol(+)/kg]	0,56	0,72
Acidit tot [cmol(+)/kg]	0,72	0,8
ECEC [cmol(+)/kg]	2,55	2,87
CaCO3 (%)	0,1	0,41
Mat organique (%)	1,79	0,55



Photo 14: Image du profil K-2

INTERPRETATION DES RESULTATS :

- Sol meuble peu profond ; différents horizons du profil et roche proches de la surface ;
- En dépit de sa texture fine, argile-sableuse, la pratique de l'agriculture reste limitée par sa classe de pierrosité superficielle du niveau 2 ou pierreux ;
- Teneur marginale en matière organique ;
- C/N = 40 dans l'horizon B : il n'y a pas de perte de matière organique ;
- Faibles teneur en bases échangeables et capacité d'échange cationique ;
- Sol relativement acide. Ecart faible entre l'acidité active et potentielle. Le sol est donc à son stade ultime d'acidification ; la teneur en complexe argilo-humique est extrêmement faible.

- Le pourcentage de sodium échangeable (ESP) semble adéquat avec la capacité d'échange dudit cation dans ce sol.

Proposition : *Plinthosols, regosols*

Tableau 31: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-3)

Données concernées	Résultats obtenus	Observations
Date de description	10 juin 2019	
Auteur	CEMIC	
Localisation (lieu)	Kamisange	Traces d'activités humaines observées
Coordonnées géographiques	S 10°54'13,0" E 025°6'25,6"	
Altitude	1301 m	Pourcentage d'occupation :
Position topographique	Fond de vallée	Villages : 1%
Géomorphologie de la zone	Ondulé	Agriculture : 1%
Végétation de la zone	Savane boisée	élevage: 0,5%
Utilisation du sol	Feux de brousse	Commerce : 0%
Roche mère	Alluvion	Industries : 0%
Drainage	Légèrement excessif	Feu de brousse pour braise : 2%
Etat hydrique du sol	Assez sec	Naturel : 95,5%
Présence roches/cailloux en surface	Assez pierreux	
Traces d'érosion	Aucune	
Influence humaine	Fabrication braises	

Tableau 32: Présentation des résultats par horizon

Numéro	1	2	3	4	5	6	7
Symbole principal	A1	A2	BA	B1	B2	BC	C
Symbole second					B consistance		
Couleur (Munsell)	10R3/2	5R2.5/4	10YR4/6	10YR6/8	10YR7/8	10YR8/4	10YR8/8
Couleur (littéraire)	Très rouge sombre	Très rouge sombre	Brun jaunâtre sombre	Jaune brunâtre	Jaune	Brun très pale	Jaune
Profondeur (cm)	0 – 5	5 – 9,5	9,5 – 14,5	14,5 – 29	29 – 72,5	72,5 – 11,6	116 – 190
Cimentation	Faible	Faible	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Forte	Forte
Présence roches	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu
Présence nodules	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Noduleux	Noduleux
Numéro échantillon	KA-3/1	KA-3/2	KA-3/3	KA-3/4	KA-3/5	KA-3/6	KA-3/7

Tableau 33: Résultats des analyses physicochimiques

Numéro	1	5	7
Symbole principal	A1	B2	C
Symbole second		B consistance	
Sable (%)	40	37	30
Limon (%)	37	18	22
Argile (%)	23	45	48
Carbone org (%)	5,76	1,28	0,64
Azote (%)	0,01	0,036	0,003
Base éch (% Na)	0,76	1,12	0,88
Base éch (Ca)	0,36	0,35	0,35

Base éch (Mg)	0,36	0,16	0,24
Base éch (K)	0,71	0,59	0,35
CEC sol [cmol(+)/kg]	20,99	6,67	4,58
CEC argi [cmol(+)/kg]	1,1	2,3	2,4
Saturat bases (%)	10,44	33,23	39,81
Rapport Ca/Mg/K	1,42	3,7	4,11
ESP	4	17	19
pH H2O	5,3	4,1	4,8
pH KCl	4,2	3,9	4
Acidit Al [cmol(+)/kg]	0,24	0,96	0,56
Acidit tot [cmol(+)/kg]	0,32	1,12	0,72
ECEC [cmol(+)/kg]	2,51	3,33	2,54
CaCO3 (%)	0,39	0,33	0,38
Mat organique (%)	9,93	2,21	1,1



Photo 15: Image du profil K-3

INTERPRETATION DES RESULTATS :

- Sol très profond ; très peu de fragments rocheux ; etc.
- Texture moyenne limoneuse favorable à l'agriculture ;
- Relative richesse en matière organique ;
- C/N = 540 dans l'horizon A : il n'y a pas de perte de matière organique ;
- Faible teneur en bases échangeables et capacité d'échange cationique moyennement faible ;
- Sol relativement acide. Ecart élevé entre l'acidité active et potentielle. Le sol semble avoir un bon pouvoir tampon. La teneur en complexe argilo-humique est assez bonne.
- Faible valeur du pourcentage de sodium échangeable (ESP) révèlent que ce sol renferme très peu d'ion sodique échangeable.

Propositions : Arenosols, cambisols

Tableau 34: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-4)

Données concernées	Résultats obtenus	Observations
Date de description	11 juin 2019	
Auteur	CEMIC	
Localisation (lieu)	Cité de Kavuma	Traces d'agglomérations humaines
Coordonnées géographiques	S°°° E°°°	
Altitude	1301 m	Pourcentage d'occupation
Position topographique	Pente concave	Villages : 2%
Géomorphologie de la zone	Accidenté	Agriculture : 2% (maïs, légumes, bananiers, etc.)
Végétation de la zone	Savane arbustive	Elevage : 1%
Utilisation du sol	Cultures maïs, légumes, bananiers	Commerce : 0,2%
Roche mère	Eluvion	Industries : 0%
Drainage	Légèrement excessif	Naturel : 94,8%
Etat hydrique du sol	Frais	
Présence roches/cailloux en surface	Pierreux	
Traces d'érosion	Assez importante	
Influence humaine	Présence champs à environ 300 m	

Tableau 35: Présentation des résultats par horizon

Numéro	1	2	3	4	5	6
Symbole principal	A1	A2	A+B	B1	BC	C
Symbole second				B structural		
Couleur (Munsell)	5YR5/4	7.5YR5/8	2.5YR5/6	2.5YR5/6	2.5YR6/6	2.5YR6/6
Couleur (littéraire)	Brun rougeâtre	Brun foncé	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge clair
Profondeur (cm)	0 – 6	6 – 13	13 – 20	20 – 27	27 – 66,5	66,5 – 187
Cimentation	Faible	Forte/faible	Forte/faible	Forte/faible	Très forte	Très forte
Présence roches	Très peu	Très pierreux	Très pierreux	Très pierreux	Excessivement	Excessivement
Présence nodules	Très peu	Très noduleux	Très noduleux	Très noduleux	Excessivement	Excessivement
Numéro échantillon	KA-4/1	KA-4/2	KA-4/3	KA-4/4	KA-4/5	KA-4/6

Tableau 36: Résultats des analyses physicochimiques

Numéro	1	4	6
Symbole principal	A1	B1	C
Symbole second		B structural	
Sable (%)	52	45	37
Limon (%)	18	15	18
Argile (%)	30	40	45
Carbone org (%)	8,64	2,96	0,88
Azote (%)	0,001	0,02	0,041
Base éch (% Na)	1	1,12	0,76
Base éch (Ca)	0,34	0,32	0,2
Base éch (Mg)	0,86	0,56	0,24

Base éch (K)	1,24	0,94	0,82
CEC sol [cmol(+)/kg]	31,29	12,21	5,28
CEC argi [cmol(+)/kg]	1,5	2	2,3
Saturat bases (%)	10,97	24,11	38,41
Rapport Ca/Mg/K	0,32	0,61	1,02
ESP	3	9	14
pH H2O	5,9	4,5	5,8
pH KCl	4,8	4,5	4,4
Acidit Al [cmol(+)/kg]	0,08	0,08	0,24
Acidit tot [cmol(+)/kg]	0,16	0,16	0,32
ECEC [cmol(+)/kg]	3,59	3,1	2,35
CaCO3 (%)	0,38	0,07	0,16
Mat organique (%)	14,9	5,1	1,52



Photo 16: Image du profil KA-4

INTERPRETATION DES RESULTATS

- Sol meuble peu profond ; présence des fragments rocheux de diverses tailles dès le 6^{ème} centimètre de profondeur ! Sol tropical récent ; non hydromorphe à moins de 60 cm de profondeur ; Terrain en pente
- Texture moyenne limon argilo-saleuse (marginale pour l'agriculture) et richesse en fragments solides dans la partie labourable ;
- Richesse relative en matière organique en surface ;
- C/N = 8640 dans l'horizon A : il n'y a pas de perte de matière organique ;
- Faible teneur en bases échangeables mais bonne capacité d'échange cationique du sol mais faible pour l'argile. Saturation en base moyennement faible ;
- Sol faiblement acide. Ecart élevé entre l'acidité active et potentielle. Le bon pouvoir tampon ou un complexe argilo-humique moyennement élevé.

- Le pourcentage de sodium échangeable (ESP) révèle que ce sol renferme une teneur limite d'ion sodique échangeable.

Propositions : 1 Regosols ; 2 Lithosols

Tableau 37: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-5)

Données concernées	Résultats obtenus	Observations
Date de description	11 juin 2019	
Auteur	CEMIC	
Localisation (lieu)	Cité de Mulemena	traces d'activités humaines
Coordonnées géographiques	S10°55'02,4" E 025°04'48,5"	
Altitude	1331 m	Pourcentage d'occupation
Position topographique	Plaine	Villages : 2%
Géomorphologie de la zone	Plat	Agriculture : 1 % (maïs, manioc)
Végétation de la zone	Savane arbustive	Elevage : 0,2%
Utilisation du sol	Feux de brousse	Commerce :
Roche mère		Industries : 0%
Drainage	Normal	Feu de brousse (braise) : 3%
Etat hydrique du sol	Assez sec	Naturel : 93,8%
Présence roches/cailloux en surface	Très peu	
Traces d'érosion	Très faible	
Influence humaine	Fabrication braises, voie de passage	

Tableau 38: Présentation des résultats par horizon

Numéro	1	2	3	4	5	6	7
Symbole principal	A1	A2	A+B	BA	B2	BC	C
Symbole second					B structural		
Couleur (Munsell)	2.5Y4/2	2.5Y4/4	10YR6/8	7.5YR7/8	10YR7/8	10YR8/8	10YR8/8
Couleur (littéraire)	Brun grisâtre sombre	Brun olive	Jaune brunâtre	Jaune rougeâtre	Jaune	Jaune	Jaune
Profondeur (cm)	0 – 4	4 – 10	10 – 17	17 – 27	27 – 75	75 – 103	103 – 175
Cimentation	Faible	Moyenne	Forte	Forte	Forte	Forte	Très forte
Présence roches	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Pierreux	Très pierreux	Excessivement
Présence nodules	Noduleux	Très peu	Noduleux	Très peu	Noduleux	Très noduleux	Excessivement
Numéro échantillon	KA-5/1	KA-5/2	KA-5/3	KA-5/4	KA-5/5	KA5-/6	KA-5/7

Tableau 39: Résultats des analyses physicochimiques

Numéro	1	5	7
Symbole principal	A1	B2	C
Symbole second		B structural	
Sable (%)	65	40	55
Limon (%)	10	12	15
Argile (%)	25	48	50
Carbone org (%)	8	2,08	0,4
Azote (%)	0,025	0,035	0,033
Base éch (% Na)	0,53	0,65	0,65
Base éch (Ca)	0,27	0,26	0,35
Base éch (Mg)	0,45	0,14	0,05
Base éch (K)	1,94	1,53	0,29
CEC sol [cmol(+)/kg]	28,83	9,55	3,88
CEC argi [cmol(+)/kg]	1,3	2,4	2,5
Saturat bases (%)	11,07	26,99	34,53
Rapport Ca/Mg/K	0,32	1,25	23,7
ESP	2	7	17
pH H2O	5,8	4,8	5,2
pH KCl	4,8	3,9	4,8
Acidit Al [cmol(+)/kg]	0,16	0,64	0,08
Acidit tot [cmol(+)/kg]	0,24	0,96	0,16
ECEC [cmol(+)/kg]	3,43	3,54	1,5
CaCO3 (%)	0,39	0,13	0,09
Mat organique (%)	13,79	3,59	0,69

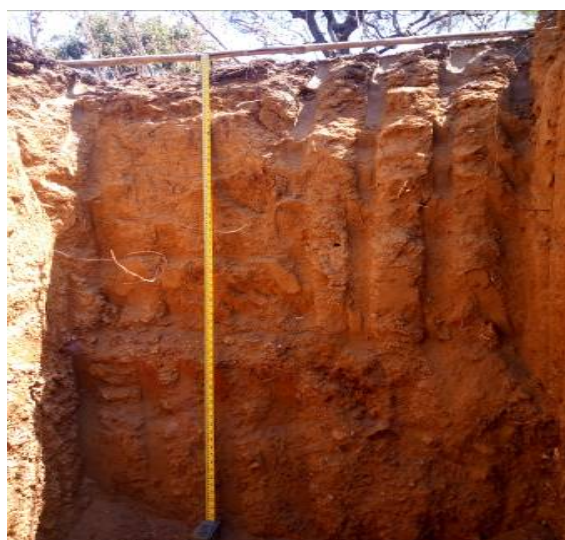


Photo 17: Image du profil KA-5

INTERPRETATION DES RESULTATS

- Présence des graines rouge-violettes depuis la surface du sol. Sol assez profond reposant sur un substrat enrichi en fragment rocheux et nodules minéraux, peu nombreux à 27 cm et allant s'enrichissant vers 75 cm.

- Texture moyenne limon argilo-sableux mais pauvre pour l'agriculture à cause de sa richesse relative en sable ;
- Richesse relative en matière organique ;
- C/N = 320 dans l'horizon A : il n'y a pas de perte de matière organique par lessivage ou exportation ;
- Faible teneur en bases échangeables mais capacité d'échange cationique du sol moyennement élevée et celle de l'argile faible. Saturation en base moyennement élevée ;
- Sol relativement acide. Ecart moyen entre l'acidité active et potentielle. Le sol dispose d'une valeur moyenne d'acidité d'échange.
- Le pourcentage de sodium échangeable (ESP) révèle que ce sol renferme des valeurs moyennes d'ion sodique échangeable.

Proposition : Arenosols plinthique

Tableau 40: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-6)

Données concernées	Résultats obtenus	Observations
Date de description	12 juin 2019	
Auteur	CEMIC	Faible présence humaine
Localisation (lieu)	Cité de Mulemena	
Coordonnées géographiques	S 10°55'48,7" E 025°05'13,0"	
Altitude	1338 m	Pourcentage d'occupation
Position topographique	Dépression	Villages : 0,1%
Géomorphologie de la zone	Vallonné	Agriculture : 0%
Végétation de la zone	Forêt claire	élevage: 0%
Utilisation du sol	Naturelle	Commerce : 0%
Roche mère	Éluvion	Industries : %
Drainage	Légèrement excessif	Feu de brousse (braise) : 0,5%
Etat hydrique du sol	Frais	Naturel : 99,4%
Présence roches/cailloux en surface	Très peu	
Traces d'érosion	Très faible	
Influence humaine	Ancien feu de brousse, voie de passage	

Tableau 41: Présentation des résultats par horizon

Numéro	1	2	3	4	5
Symbole principal	A2	BA	B2	BC	C
Symbole second			Structural		
Couleur	10YR6/8	7.5YR6/6	7.5YR	2.5YR5/8	2.5YR5/8

(Munsell)					
Couleur (littéraire)	Jaune brunâtre	Jaune rougeâtre	Jaune rougeâtre	Rouge	Rouge clair
Profondeur (cm)	0 – 6,5	6,5 – 13,5	13,5 – 46	46,5 – 113	113 – 183
Cimentation	Faible	Moyenne	Assez forte	Forte	Très forte
Présence roches	Assez pierreux	Pierreux	Pierreux	Très pierreux	Excessivement
Présence nodules	Assez noduleux	Noduleux	Noduleux	Très noduleux	Excessivement
Numéro échantillon	KA-6/1	KA-6/2	KA-6/3	KA-6/4	KA-6/5

Tableau 42: Résultats des analyses physicochimiques

Numéro	1	3	5
Symbole principal	A2	B2	C
Symbole second		Structural	
Sable (%)	35	13	20
Limon (%)	25	40	22
Argile (%)	40	47	58
Carbone org (%)	1,12	3,5	4,6
Azote (%)	0,024	0,055	0,041
Base éch (% Na)	0,65	1	0,88
Base éch (Ca)	0,26	0,27	0,26
Base éch (Mg)	0,06	0,21	1,02
Base éch (K)	1,47	0,41	0,29
CEC sol [cmol(+)/kg]	5,86	14,42	18,76
CEC argi [cmol(+)/kg]	2	2,4	2,9
Saturat bases (%)	41,59	13,12	13,09
Rapport Ca/Mg/K	3,11	3,25	0,88
ESP	11	7	5
pH H2O	4,7	4,2	4,2
pH KCl	3,8	3,8	3,6
Acidit Al [cmol(+)/kg]	0,64	0,39	0,5
Acidit tot [cmol(+)/kg]	0,72	0,46	0,53
ECEC [cmol(+)/kg]	3,16	2,35	2,99
CaCO3 (%)	0,1	0,08	0,14
Mat organique (%)	1,93	6,03	7,93



Photo 18: Image du profil KA-6

INTERPRETATION DES RESULTATS

- Teneur en mat organique marginale ; présence des graines minérales rouges violettes dès les premiers cm du sol et enrichissement vers la profondeur
- Texture fine argile à limon argileuse. Bonne texture pour l'activité agricole mais la richesse relative en fragment solide dans la partie labourable du sol la limite fortement ;
- Très pauvre en matière organique ;
- C/N = 46,67 dans l'horizon A : il n'y a pas de perte de matière organique ;
- Faible teneur en bases échangeables mais saturation en base assez élevée à cause de la faible capacité d'échange cationique ;
- Sol relativement acide. Ecart moyen entre l'acidité active et potentielle. Le sol possède une valeur moyenne d'acidité échangeable ;
- Le pourcentage de sodium échangeable (ESP) révèle que ce sol ne renferme pas d'excès d'ion sodique échangeable.

Proposition : Arenosols plinthique

Tableau 43: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-7)

Données concernées	Résultats obtenus	Observations
Date de description	12 juin 2019	
Auteur	CEMIC	
Localisation (lieu)	Cité de Mulemena	Présence d'agglomérations humaines
Coordonnées géographiques	S 10°55'47,06" E 025°05'49,36"	
Altitude	1352 m	Pourcentage d'occupation
Position topographique	Plaine	Villages : 2%
Géomorphologie de la zone	Plat	Agriculture : 1% (maïs, manioc)
Végétation de la zone	Savane boisée	Elevage : 0,5%
Utilisation du sol	Abattages d'arbre pour champs	Commerce : 0,5%
Roche mère	Eluvion	Industries : 0%
Drainage	Normal	Naturel : 96%
Etat hydrique du sol	Frais	
Présence roches/cailloux en surface	Très peu	
Traces d'érosion	Aucune	
Influence humaine	Cultures de maïs à environ 300 m	

Tableau 44: Présentation des résultats par horizon

Numéro	1	2	3	4	5	6
Symbole principal	A2	A+B	B1	B2	BC	C
Symbole second				Structural		
Couleur (Munsell)	7.5YR7/6	10YR6/8	7.5YR6/8	5YR6/8	5YR6/8 ; 10YR8/8	5YR7/1 7.5YR8/6 5YR5/8
Couleur (littéraire)	Jaune rougeâtre	Jaune brunâtre	Jaune rougeâtre	Jaune rougeâtre	Jaune rougeâtre	Jaune rougeâtre
Profondeur (cm)	0 – 8	8 – 17,5	17,5 – 39	39 – 65	65 – 100	100 – 160
Cimentation	Moyenne	Moyenne	Forte	Très forte	Très forte	Très forte
Présence roches	Assez pierreux	Assez pierreux	Très pierreux	Excessivement	Excessivement	Tr excessivement
Présence nodules	Noduleux	Noduleux	Très noduleux	Excessivement	Excessivement	Tr excessivement
Numéro échantillon	KA-7/1	KA-7/2	KA-7/3	KA-7/4	KA-7/5	KA-7/6

Tableau 45: Résultats des analyses physicochimiques

Numéro	1	4	6
Symbole principal	A2	B2	C
Symbole second		Structural	
Sable (%)	37	27	45
Limon (%)	18	30	15
Argile (%)	45	43	40
Carbone org (%)	2,7	4,1	4,7
Azote (%)	0,028	0,055	0,013
Base éch (% Na)	0,53	0,88	0,88
Base éch (Ca)	0,23	0,26	0,25
Base éch (Mg)	0,33	0,24	0,95
Base éch (K)	0,59	0,35	0,35
CEC sol [cmol(+)/kg]	11,56	16,26	18,21
CEC argi [cmol(+)/kg]	2,3	2,1	2
Saturat bases (%)	14,51	10,69	13,38
Rapport Ca/Mg/K	1,15	3,1	0,75
ESP	5	5	5
pH H2O	4,8	4,8	4,9
pH KCl	4,7	4	3,9
Acidit Al [cmol(+)/kg]	0,12	0,61	0,34
Acidit tot [cmol(+)/kg]	0,16	0,96	0,4
ECEC [cmol(+)/kg]	1,84	2,7	2,84
CaCO3 (%)	0,08	0,34	0,32
Mat organique (%)	4,65	7,07	8,1



Photo 19: Image du profil

INTERPRETATION DES RESULTATS

- Sol peu profond ; présence des fragments de roches et des graines minérales rouges violettes ;

- Texture fine argileuse avec richesse de débris solide à partir de la surface : éléments de nature à compliquer toute activité agricole ;
- Teneur très marginale en matière organique ;
- C/N = 96,42 dans l'horizon A : il n'y a pas de perte de matière organique ;
- Faible teneur en bases échangeables mais saturation en base assez élevée à cause de la faible capacité d'échange cationique ;
- Sol relativement acide. Ecart faible entre l'acidité active et potentielle. Le sol est donc à son stade ultime d'acidification ; la teneur en complexe argilo-humique est extrêmement faible.
- Le pourcentage de sodium échangeable (ESP) révèle que ce sol renferme une valeur limite d'ion sodique échangeable.

Propositions : *Plinthosols, leptosols*

Tableau 46: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-8)

Données concernées	Résultats obtenus	Observations
Date de description	08 juin 2019	
Auteur	CEMIC	Traces d'agglomérations humaines
Localisation (lieu)	Cité de Kamisange	
Coordonnées géographiques	S10°54'02,01" E25°7'18,04"	Pourcentage d'occupation
Altitude	1314 m	Villages : 1%
Position topographique	Dépression	Agriculture : 0%
Géomorphologie de la zone	Ondulé	Elevage : %
Végétation de la zone	Savane boisée	Commerce : 1% (braise)
Utilisation du sol	Quelques feux de brousse	Industries : 0%
Roche mère	Alluvion	Feu de brousse : 2% (braise)
Drainage	Normal	Naturel : 96%
Etat hydrique du sol	Frais	
Présence roches/cailloux en surface	Très peu	
Traces d'érosion	Aucune	
Influence humaine	Feux de brousse à environ 500 m	

Tableau 47: Présentation des résultats par horizon

Numéro	1	2	3	4	5	6
Symbole principal	A1	AB	B1	B2	B3	C
Symbole second				Textural		
Couleur (Munsell)	5R2.5/2	7.5YR5/6	7.5YR7/6	5YR6/8	5YR7/8	5YR7/8

Couleur (littéraire)	Rougeâtre sombre	Brun foncé	Jaune rougeâtre	Jaune rougeâtre	Jaune rougeâtre	Jaune rougeâtre
Profondeur (cm)	0 – 8	8 – 15	15 – 29	29 – 41	41 – 160	160 – 195
Cimentation	Faible	Faible	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Forte
Présence roches	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Excessivement
Présence nodules	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Excessivement
Numéro échantillon	KA-8/1	KA-8/2	KA-8/3	KA-8/4	KA-8/5	KA-8/6

Tableau 48: Résultats des analyses physicochimiques

Numéro	1	4	6
Symbole principal	A1	B2	C
Symbole second		Textural	
Sable (%)	40	65	42
Limon (%)	10	5	13
Argile (%)	50	30	45
Carbone org (%)	3,2	4	4,4
Azote (%)	0,017	0,031	0,017
Base éch (% Na)	0,53	0,53	0,53
Base éch (Ca)	0,23	0,21	0,23
Base éch (Mg)	3,37	0,03	0,01
Base éch (K)	0,82	0,59	0,47
CEC sol [cmol(+)/kg]	13,53	15,29	17,42
CEC argi [cmol(+)/kg]	2,5	1,5	2,3
Saturat bases (%)	2,5	8,88	7,12
Rapport Ca/Mg/K	0,08	13,69	33,71
ESP	4	3	3
pH H2O	4,9	4,3	4,5
pH KCl	3,8	3,8	5,9
Acidit Al [cmol(+)/kg]	0,23	0,78	0,61
Acidit tot [cmol(+)/kg]	0,32	0,8	0,8
ECEC [cmol(+)/kg]	5,27	2,16	2,04
CaCO3 (%)	0,07	0,11	0,14
Mat organique (%)	5,52	6,9	7,59



Photo 20: Image du profil KA-8

INTERPRETATION DES RESULTATS

- Coloration rouge depuis A1; au niveau de C apparition des concrétions minérales ;
- Texture fine argile. Trop lourd pour l'agriculture ;
- Richesse relative en matière organique ;
- C/N = 188 dans l'horizon A : il n'y a pas de perte de matière organique par lixiviation ou exportation ;
- Faible teneur en bases échangeables et faible saturation en bases. Capacité d'échange cationique sol moyennement faible et celle de l'argile très faible ;
- Sol relativement acide. Ecart élevé entre l'acidité active et potentielle. Le sol a donc un certain pouvoir tampon ;
- Les valeurs relativement faibles du pourcentage de sodium échangeable (ESP) révèlent que ce sol ne renferme pas assez d'ion sodique échangeable.

Proposition : Ferralsols, cambisols

Tableau 49 : Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-10)

Données concernées	Résultats obtenus	Observations
Date de description	07 juin 2019	
Auteur	CEMIC	Pas de présence humaine proche
Localisation (lieu)	Proche de la rivière Tshimbunji	
Coordonnées géographiques	S 10°54'13,1" E 025°09'06,5"	
Altitude	1363 m	Pourcentage d'occupation
Position topographique	Plateau	Villages : 0%
Géomorphologie de la zone	Plat	Agriculture : 0%
Végétation de la zone	Forêt claire	Elevage : 0%
Utilisation du sol	Naturelle	Commerce : 0%
Roche mère	Alluvion	Industries : 0%
Drainage	Normal	Naturel : 100%
Etat hydrique du sol	Frais	
Présence roches/cailloux en surface	Très peu	
Traces d'érosion	Aucune	
Influence humaine	Pas visible, village plus proche à environ 1000 m	

Tableau 50: Présentation des résultats par horizon

Numéro	1	2	3	4	5	6	7
Symbole principal	A1	AB	A+B	B1	B2	BC	C
Symbole second					Consistance		
Couleur (Munsell)	5YR3/3	2.5YR2.5/4	7.5YR4/6	10YR5/8	7.5YR7/6	7.5YR7/8	7.5YR7/8
Couleur (littéraire)	Brun rougeâtre sombre	Brun rougeâtre sombre	Brun foncé	Jaune brunâtre	Jaune rougeâtre	Jaune rougeâtre	Jaune rougeâtre
Profondeur (cm)	0 – 12	12 – 19	19 – 29	29 – 39,5	39,5 – 62	62 – 120	62 – 171
Cimentation	Faible	Faible	Faible	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Forte
Présence roches	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Pierreux
Présence nodules	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Noduleux
Numéro échantillon	KA-10/1	KA-10/2	KA-10/3	KA-10/4	KA-10/5	KA-10/6	KA-10/7

Tableau 51: Résultats des analyses physicochimiques

Numéro	1	5	7
Symbole principal	A1	B2	C
Symbole second		Consistance	
Sable (%)	32	52	30

Limon (%)	23	13	28
Argile (%)	45	35	42
Carbone org (%)	3,1	6,4	3
Azote (%)	0,021	0,019	0,036
Base éch (% Na)	0,53	1,24	0,53
Base éch (Ca)	0,23	0,21	0,23
Base éch (Mg)	0,17	0,19	2,01
Base éch (K)	0,71	0,82	0,59
CEC sol [cmol(+)/kg]	12,94	23,82	12,44
CEC argi [cmol(+)/kg]	2,3	1,8	2,1
Saturat bases (%)	12,64	10,32	26,98
Rapport Ca/Mg/K	1,84	1,39	0,19
ESP	4	5	4
pH H2O	4,8	3,9	5,4
pH KCl	5,6	3,9	4,8
Acidit Al [cmol(+)/kg]	0,14	0,04	0,34
Acidit tot [cmol(+)/kg]	0,26	0,64	0,4
ECEC [cmol(+)/kg]	1,9	3,1	3,76
CaCO3 (%)	0,29	0,17	0,34
Mat organique (%)	5,34	11,03	5,17



Photo 21: Image du profil KA-10

INTERPRETATION DES RESULTATS

- Sol très profond ; très peu de fragment rocheux Passage très graduelle d'un profil à un autre ;
- Texture fine argile, assez lourde pour l'activité agricole ;
- Richesse relative en matière organique ;
- C/N = 147 dans l'horizon A : il n'y a pas de perte de matière organique ;
- Faible teneur en bases échangeables, capacité d'échange cationique moyennement faible ;

- Sol relativement acide. Incohérence entre valeur de pH eau et de pH KCl. En effet, ce dernier doit toujours être plus faible ;
- La valeur relativement faible du pourcentage de sodium échangeable (ESP) renseigne que ce sol ne renferme pas d'excès d'ion sodique échangeable.

Arenosols haplique

Tableau 52: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-11)

Données concernées	Résultats obtenus	Observations
Date de description	10 juin 2019	
Auteur	CEMIC	Présence humaine signalée
Localisation (lieu)	Cité de Kamisange	
Coordonnées géographiques	S10°54'34,7" E25°10'11,1"	Pourcentage d'occupation
Altitude	1337 m	Villages : 1%
Position topographique	Dépression	Agriculture : 1% (maïs, manioc)
Géomorphologie de la zone	Vallonnée	Elevage : 0%
Végétation de la zone	Savane boisée	Commerce : 1% (braise)
Utilisation du sol	Quelques coupes d'arbre	Industries : 15% (mine Kamoia)
Roche mère	Alluvion	Feu de brousse (braise) : 3%
Drainage	Légèrement excessif	Naturel : 79%
Etat hydrique du sol	Assez sec	
Présence roches/cailloux en surface	Pierreux	
Traces d'érosion	Assez importante	
Influence humaine	Cultures de bananiers à environ 500 m ; feux de brousses	

Tableau 53: Présentation des résultats par horizon

Numéro	1	2	3	4	5	6
Symbole principal	A1	A2	A+B	B2	B3	C
Symbole second				Structural		
Couleur (Munsell)	10YR3/6	10YR5/6	10YR5/8	10YR8/8	10YR8/8	7.5Y6/8
Couleur (littéraire)	Brun jaunâtre sombre	Brun jaunâtre	Brun jaunâtre	Jaune	Jaune	Jaune rougeâtre
Profondeur (cm)	0 – 7,5	7,5 – 18	18 – 37,5	37,5 – 71	71 – 109,5	109,5 – 172
Cimentation	Faible	Moyenne	Assez forte	Forte	Moyenne	Moyenne
Présence	Très peu	Très peu	Pierreux	Pierreux	Très	Excessivement

roches					<i>pierreux</i>	
Présence nodules	Assez noduleux	Très peu	Noduleux	Très noduleux	Très noduleux	Excessivement
Numéro échantillon	KA-11/1	KA-11/2	KA-11/3	KA-11/4	KA-11/5	KA-11/6

Tableau 54: Résultats des analyses physicochimiques

Numéro	1	4	6
Symbole principal	A1	B2	C
Symbole second		Structural	
Sable (%)	75	52	52
Limon (%)	7	13	13
Argile (%)	18	35	35
Carbone org (%)	1,92	1,28	0,16
Azote (%)	0,021	0,023	0,027
Base éch (% Na)	0,65	1,35	0,53
Base éch (Ca)	0,25	0,23	0,21
Base éch (Mg)	0,24	0,25	0,19
Base éch (K)	0,53	0,94	0,76
CEC sol [cmol(+)/kg]	7,5	6,16	2,3
CEC argi [cmol(+)/kg]	0,9	1,8	1,8
Saturat bases (%)	22,24	45,01	73,6
Rapport Ca/Mg/K	1,97	0,94	1,5
ESP	9	22	23
pH H2O	4,4	4,5	4,5
pH KCl	3,6	3,9	3,8
Acidit Al [cmol(+)/kg]	0,16	0,24	0,96
Acidit tot [cmol(+)/kg]	0,24	0,24	0,96
ECEC [cmol(+)/kg]	1,91	3,01	2,65
CaCO3 (%)	0,15	0,09	0,07
Mat organique (%)	3,31	2,21	0,28



Photo 22: Image du profil KA-11

INTERPRETATION DES RESULTATS

- Sols profonds ; dominance massive avec quelques roches parsemées ; enrichissement en fragments rocheux au-delà de 100 cm de profondeur
- Texture moyenne limon-sableuse, pauvre pour l'agriculture ;
- Pauvre en matière organique ;
- C/N = 91 dans l'horizon A : il n'y a pas de perte de matière organique ;
- Faible teneur en bases échangeables mais saturation en base assez élevée à cause de la faible capacité d'échange cationique ;
- Sol acide. Ecart moyen entre l'acidité active et potentielle. Donc, valeur moyenne d'acidité échangeable ;
- La valeur du pourcentage de sodium échangeable (ESP) est faible : Pas d'excès d'ion sodique échangeable.

Proposition : Arenosols plinthique

Tableau 55: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-21)

Données concernées	Résultats obtenus	Observations
Date de description	06 juin 2019	
Auteur	CEMIC	Agglomération humaine à ± 1 km
Localisation (lieu)	Cité de Kakule, proche de la ferme Papa Paulin	
Coordonnées géographiques	S 10°53'43,9" E 025°09'34,4"	Pourcentage d'occupation
Altitude	1365 m	Villages : 0,2%
Position topographique	Plateau	Agriculture : 0%
Géomorphologie de la zone	Ondulé	Elevage : 0%
Végétation de la zone	Forêt claire	Commerce : 0%

Utilisation du sol	Naturelle	Industries : 0%
Roche mère	Alluvion	Naturel : 99,8%
Drainage	Légèrement excessif	
Etat hydrique du sol	Frais	
Présence roches/cailloux en surface	Très peu	
Traces d'érosion	Aucune	
Influence humaine	Village à environ 500 m	

Tableau 56: Présentation des résultats par horizon

Numéro	1	2	3	4	5	6	7
Symbole principal	A1	A2	AB	A+B	B2	BC	C
Symbole second					Textural		
Couleur (Munsell)	7.5YR3/4	10Y4/6	10YR5/8	10YR5/6	7.5YR5/6	7.5YR6/8	5YR5/6
Couleur (littéraire)	Brun sombre	Brun jaunâtre sombre	Brun jaunâtre	Brun	Brun	Jaune rougeâtre	Rouge jaunâtre
Profondeur (cm)	0 – 5	5 – 23	23 – 36	36 – 51	51 – 83,5	83,5 – 94,5	94,5 – 140
Cimentation	Faible	Moyenne	Moyenne	Assez forte	Assez forte	Forte	Forte
Présence roches	Assez pierreux	Pierreux	Pierreux	Pierreux	Pierreux	Pierreux	Pierreux
Présence nodules	Assez noduleux	Noduleux	Très noduleux	Très noduleux	Très noduleux	Très noduleux	Excessivement
Numéro échantillon	KA-21/1	KA-21/2	KA-21/3	KA-21/4	KA-21/5	KA-21/6	KA-21/7

Tableau 57 : Résultats des analyses physicochimiques

Numéro	1	5	7
Symbole principal	A1	B2	C
Symbole second		Textural	
Sable (%)	50	37	37
Limon (%)	20	3	21
Argile (%)	30	60	42
Carbone org (%)	1,92	0,32	4,5
Azote (%)	0,035	0,015	0,017
Base éch (% Na)	0,41	0,41	0,53
Base éch (Ca)	0,21	0,21	0,24
Base éch (Mg)	0,03	0,35	2
Base éch (K)	0,65	0,53	0,35
CEC sol [cmol(+)/kg]	8,12	4,1	17,62
CEC argi [cmol(+)/kg]	1,5	3	2,1
Saturat bases (%)	16	36,58	17,72
Rapport Ca/Mg/K	12,45	1,16	0,34

ESP		5	10	3
pH H2O		4,1	3,9	4
pH KCl		3,9	3,8	3,8
Acidit Al [cmol(+)/kg]		0,72	0,26	0,64
Acidit tot [cmol(+)/kg]		0,8	0,32	0,8
ECEC [cmol(+)/kg]		2,1	1,82	3,92
CaCO3 (%)		0,05	0,04	0,32
Mat organique (%)		3,31	0,55	7,76



Photo 23: Image du profil KA-21

INTERPRETATION DES RESULTATS

- Sol profond ; structure massive ; très peu de fragments rocheux mais nodules minérales abondantes
- Texture moyenne limon argilo-sableuse marginale pour l'agriculture ;
- Pauvre en matière organique ;
- C/N = 54 dans l'horizon A : il n'y a pas de perte de matière organique ;
- Faible teneur en bases échangeables mais saturation en base assez élevée à cause de la faible capacité d'échange cationique ;
- Sol relativement acide. Ecart faible entre l'acidité active et potentielle. Le sol est donc à son stade ultime d'acidification ; la teneur en complexe argilo-humique est extrêmement faible.
- La valeur du pourcentage de sodium échangeable (ESP) est faible ; ce sol ne renferme donc pas d'excès d'ion sodique échangeable.

Proposition : arenosols, ferralsols

Tableau 58: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-25)

Données concernées	Résultats obtenus	Observations
Date de description	14 juin 2015	
Auteur	CEMIC	Agglomérations humaines proches
Localisation (lieu)	Village Pasteur Kabemba	
Coordonnées géographiques	S 10°12'34,1" E25°54'12,2"	Pourcentage d'occupation
Altitude	1408 m	Villages : 5%
Position topographique	Plateau	Agriculture : 4%
Géomorphologie de la zone	Ondulé	Elevage : 1%
Végétation de la zone	Savane boisée	Commerce : 2%
Utilisation du sol	Déboisement, agriculture	Industries : 0%
Roche mère	Eluvion	Voie de passage : 4%
Drainage	Légèrement excessif	Naturel : 86%
Etat hydrique du sol	Frais	
Présence roches/cailloux en surface	Très peu	
Traces d'érosion	Aucune	
Influence humaine	Village à 500 m, cultures de maïs, manioc, etc.	

Tableau 59: Présentation des résultats par horizon

Numéro	1	2	3	4	5
Symbole principal	A1	A+B	B1	B2	C
Symbole second				Structural	
Couleur (Munsell)	5YR4/6	5YR6/6	2.5YR5/8	5R4/8	5R4/8 5YR7/1
Couleur (littéraire)	Rouge jaunâtre	Jaune rougeâtre	Rouge	Rouge jaunâtre	Rouge jaunâtre
Profondeur (cm)	0 – 4	4 – 9,5	9,5 – 25,5	25,5 – 86	86 – 195
Cimentation	Faible	Moyenne	Forte	Forte	Forte
Présence roches	Très peu	Assez pierreux	Assez pierreux	Assez pierreux	Excessivement
Présence nodules	Très peu	Assez noduleux	Assez noduleux	Assez noduleux	Excessivement
Numéro échantillon	KA-25/1	KA-25/2	KA-25/3	KA-25/4	KA-25/5

Tableau 60: Résultats des analyses physicochimiques

Numéro	1	4	5
Symbole principal	A1	B2	C
Symbole second		Structural	
Sable (%)	38	73	50
Limon (%)	17	5	18
Argile (%)	45	22	32

Carbone org (%)	8	4,4	1,12
Azote (%)	0,115	0,128	0,091
Base éch (% Na)	1,12	0,53	1,35
Base éch (Ca)	0,2	0,23	0,23
Base éch (Mg)	0,6	0,01	0,09
Base éch (K)	3,18	0,65	0,82
CEC sol [cmol(+)/kg]	29,83	16,27	5,46
CEC argi [cmol(+)/kg]	2,3	1,1	1,6
Saturat bases (%)	17,07	8,71	45,71
Rapport Ca/Mg/K	0,11	24,51	2,91
ESP	4	3	25
pH H2O	5,1	4,3	4,6
pH KCl	4,1	3,9	3,9
Acidit Al [cmol(+)/kg]	0,72	0,61	0,24
Acidit tot [cmol(+)/kg]	1,44	0,73	0,48
ECEC [cmol(+)/kg]	6,53	2,15	2,98
CaCO3 (%)	0,27	0,09	0,18
Mat organique (%)	13,79	7,59	1,93



Photo 24: Image du profil KA-25

INTERPRETATION DES RESULTATS

- Sol peu profond ; présence des fragments de roches et des graines minérales rouges violettes ;
- Sol tropical récent non hydromorphe ; à moins de 10 cm de profondeur fragment rocheux et plus important au-delà de 60 cm ;
-
- Texture fine argile, assez riche en fragments solides. Sol lourd et assez dur pour le travail agricole ;
- Richesse relative en matière organique ;

- C/N = 69 dans l'horizon A : il n'y a pas de perte de matière organique ;
- Faible teneur en bases échangeables mais bonne capacité d'échange cationique du sol, valeur moyenne de saturation en base ;
- Sol relativement acide. Ecart élevé entre l'acidité active et potentielle. Le sol pourrait donc présenter un bon pouvoir tampon ;
- La valeur du pourcentage de sodium échangeable (ESP) indique que ce sol renferme une teneur d'ion sodique échangeable limite.

Proposition : 1 Lithosols ; 2 Regosols

Tableau 61: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-33)

Données concernées	Résultats obtenus	Observations
Date de description	14 juin 2019	
Auteur	CEMIC	Traces d'activités humaines
Localisation (lieu)	Cité de Mulunguiji	
Coordonnées géographiques	S 10°52'24,1" E 025°12'22,0"	Pourcentage d'occupation
Altitude	1420 m	Villages : 2%
Position topographique	Plateau	Agriculture : 3% (manioc, maïs)
Géomorphologie de la zone	Ondulé	Elevage : 1%
Végétation de la zone	Savane arbustive	Commerce : 3%
Utilisation du sol	Coupes d'arbres, agriculture,	Industries : 0%
Roche mère	Alluvion	Feu de brousse (braise) : 5%
Drainage	Légèrement excessif	Naturel : 86%
Etat hydrique du sol	Frais	
Présence roches/cailloux en surface	Très peu	
Traces d'érosion	Aucune	
Influence humaine	Production braises, cultures, villages, ...	

Tableau 62: Présentation des résultats par horizon

Numéro	1	2	3	4	5	6
Symbole principal	A1	A2	A+B	B2	BC	C
Symbole second				Consistance		
Couleur (Munsell)	2.5YR3/6	5R2.5/6	5R4/6	5R3/8	5R5/8	5R6/8
Couleur (littéraire)	Rouge sombre	Brun rougeâtre sombre	Rouge jaunâtre	Jaune rougeâtre	Jaune rougeâtre	Rouge jaunâtre
Profondeur (cm)	0 – 3	3 – 6,5	6,5 – 25,5	25,5 – 45,5	45,5 – 92,5	92,5 – sup 190
Cimentation	Faible	Faible	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne

Présence roches	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu
Présence nodules	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu
Numéro échantillon	KA-33/1	KA-33/2	KA-33/3	KA-33/4	KA-33/5	KA-33/6

Tableau 63: Résultats des analyses physicochimiques

Numéro	1	4	6
Symbole principal	A1	B2	C
Symbole second		Consistance	
Sable (%)	72	48	79
Limon (%)	5	15	8
Argile (%)	23	37	13
Carbone org (%)	3,36	3,2	7,68
Azote (%)	0,047	0,037	0,011
Base éch (% Na)	1	0,88	0,76
Base éch (Ca)	0,26	0,26	0,27
Base éch (Mg)	0,24	0,16	0,21
Base éch (K)	1,65	1,47	1,53
CEC sol [cmol(+)/kg]	12,71	12,88	27,11
CEC argi [cmol(+)/kg]	1,1	1,9	0,6
Saturat bases (%)	24,78	21,54	10,25
Rapport Ca/Mg/K	0,66	1,12	0,86
ESP	8	7	3
pH H2O	4,8	4,3	4,6
pH KCl	3,8	3,7	3,8
Acidit Al [cmol(+)/kg]	0,16	0,8	0,32
Acidit tot [cmol(+)/kg]	0,16	0,8	0,32
ECEC [cmol(+)/kg]	3,31	3,58	3,1
CaCO3 (%)	0,1	0,1	0,12
Mat organique (%)	5,79	5,52	13,24



Photo 25: Image du profil KA-33

INTERPRETATION DES RESULTATS

- Sol très profond ; très peu de fragments rocheux et nodules minéraux
- Texture moyenne limon argilo-sableuse assez riche en sable donc un peu pauvre pour l'agriculture ;
- Teneur marginale en matière organique ;
- C/N = 71 dans l'horizon A : il n'y a pas de perte de matière organique ;
- Faible teneur en bases échangeables mais saturation en base assez élevée à cause de la faible capacité d'échange cationique ;
- Sol relativement acide. Ecart élevé entre l'acidité active et potentielle. Le sol peut donc présenter un bon pouvoir tampon.
- Le pourcentage de sodium échangeable (ESP) est faible. C'est donc un sol ayant une teneur limitée en ion sodium échangeable.

Arenosols haplique

Tableau 64: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-34)

Données concernées	Résultats obtenus	Observations
Date de description	14 juin 2019	
Auteur	CEMIC	Activités humaines observées
Localisation (lieu)	Sous station électrique de Kakula	
Coordonnées géographiques	S 10°52'54,5" E 025°11'4,0"	Pourcentage d'occupation
Altitude	1369 m	Villages : 0%
Position topographique	Dépression	Agriculture : 0%
Géomorphologie de la zone	Ondulée	Elevage : 0%
Végétation de la zone	Savane boisée	Bois de chauffe : 5%
Utilisation du sol	Coupe d'arbres	Industries : 10% (sous station électrique)
Roche mère	Eluvion	Naturel : 85%
Drainage	Légèrement excessif	
Etat hydrique du sol	Assez sec	
Présence roches/cailloux en surface	Très peu	
Traces d'érosion	Aucune	
Influence humaine	Présence sous station Kakula à environ 600 m	

Tableau 65: Présentation des résultats par horizon

Numéro	1	2	3	4	5	6	7
Symbole principal	A1	A2	A+B	B1	B2	BC	C
Symbole second					Structural		
Couleur (Munsell)	10YR4/3	10YR4/6	7.5YR6/8	5YR6/8	5YR6/8	5YR7/1 2.5YR5/8	5YR7/8 2.5YR5/8
Couleur (littéraire)	Brun	Brun jaunâtre sombre	Jaune rougeâtre	jaune rougeâtre	Jaune rougeâtre	Gris clair	Jaune rougeâtre
Profondeur (cm)	0 – 5	5 – 9	9 – 17	17 – 34	34 – 51	51 – 88,5	88,5 – 185
Cimentation	Faible	Faible	Moyenne	Moyenne	Forte	Forte	Très forte
Présence roches	Très peu	Très peu	Très peu	Assez pierreux	Excessivement	Excessivement	Excessivement
Présence nodules	Très peu	Très peu	Très peu	Assez noduleux	Excessivement	Excessivement	Excessivement
Numéro échantillon	KA-34/1	KA-34/2	KA-34/3	KA-34/4	KA-34/5	KA-34/6	KA-34/7

Tableau 66: Résultats des analyses physicochimiques

Numéro	1	7
Symbole principal	A1	C
Symbole second		
Sable (%)	48	47
Limon (%)	22	13
Argile (%)	30	40
Carbone org (%)	2,88	3,84
Azote (%)	0,043	0,037
Base éch (% Na)	0,53	0,29
Base éch (Ca)	0,26	0,27
Base éch (Mg)	1,34	0,24
Base éch (K)	0,65	0,53
CEC sol [cmol(+)/kg]	11,43	15,24
CEC argi [cmol(+)/kg]	1,5	2
Saturat bases (%)	24,31	8,78
Rapport Ca/Mg/K	0,3	2,16
ESP	5	2
pH H2O	5,8	4,4
pH KCl	4,9	3,9
Acidit Al [cmol(+)/kg]	0,08	0,4
Acidit tot [cmol(+)/kg]	0,4	0,4
ECEC [cmol(+)/kg]	3,18	1,74
CaCO3 (%)	0,14	0,12
Mat organique (%)	4,97	6,62



Photo 26: Image du profil KA-34

INTERPRETATION DES RESULTATS

- Sol meuble peu profond ; présence des fragments rocheux de diverses tailles dès le 6^{ème} centimètre de profondeur !
- Sol tropical récent ; non hydromorphe à moins de 60 cm de profondeur ;
- Terrain en pente
- Texture moyenne limon argilo-sableuse marginale pour l'agriculture. Cependant, la présence des fragments rocheux plus ou moins grossier vers le dix-septième centimètre peut compliquer cette activité ;
- Richesse relative en matière organique ;
- C/N = 67 dans l'horizon A : il n'y a pas de perte de matière organique ;
- Faible teneur en bases échangeables, capacité d'échange cationique faible et saturation en base assez moyenne ;
- Sol assez acide. Ecart moyen entre l'acidité active et potentielle. Le sol possède donc une valeur d'acidité d'échange moyenne ;
- La valeur du pourcentage de sodium échangeable (ESP) est faible : ce sol ne renferme pas d'ion sodique échangeable excédentaire.

Propositions : 1 regosols ; 2 Lithosols

Tableau 67 : Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-35)

Données concernées	Résultats obtenus	Observations
Date de description	17 juin 2019	
Auteur	CEMIC	
Localisation (lieu)	Cité de Tshindetshinde	
Coordonnées géographiques	S 10°46'19,10" 025°14'15,34"	E Beaucoup d'activités humaines

Altitude	1390 m	
Position topographique	Plaine	Pourcentage d'occupation
Géomorphologie de la zone	Plat	Villages : 2%
Végétation de la zone	Savane arbustive	Agriculture : 5% (manioc, maïs)
Utilisation du sol	Feux de brousse, agriculture	Elevage : 1%
Roche mère	Alluvion	Commerce : 0%
Drainage	Pauvre	Industries : 0%
Etat hydrique du sol	Frais	Feu de brousse : 10% (chasse)
Présence roches/cailloux en surface	Très peu	Naturel : 82%
Traces d'érosion	Aucune	
Influence humaine	Feux de brousse, culture de manioc, village Tshindetshinde	

Tableau 68: Présentation des résultats par horizon

Numéro	1	2	3	4	5	6
Symbole principal	A1	A2	A+B	B2	BC	C
Symbole second				Structural		
Couleur (Munsell)	10R3/3	7.5YR3/4	7.5YR4/6	5YR5/6	5YR6/8 5YR5/1	5R3/4 10R4/2
Couleur (littéraire)	Brun sombre	Brun sombre	Brun foncé	Rouge jaunâtre	Jaune rougeâtre	Brun rougeâtre sombre
Profondeur (cm)	0 – 7	7 – 17	17 – 26,5	26,5 – 58	58 – 110	110 – 185
Cimentation	Faible	Moyenne	Moyenne	Forte	Forte	Très forte
Présence roches	Très peu	Pierreux	Très pierreux	Excessivement	Excessivement	Excessivement
Présence nodules	Très peu	Noduleux	Très noduleux	Excessivement	Excessivement	Excessivement
Numéro échantillon	KA-35/1	KA-35/2	KA-35/3	KA-35/4	KA-35/5	KA-35/6

Tableau 69: Résultats des analyses physicochimiques

Numéro	1	4	6
Symbole principal	A1	B2	C
Symbole second		Structural	
Sable (%)	42	38	51
Limon (%)	18	20	21
Argile (%)	40	42	28
Carbone org (%)	4,8	6,4	0,96
Azote (%)	0,13	0,02	0,035
Base éch (% Na)	1,12	1,24	0,88
Base éch (Ca)	0,23	0,25	0,27
Base éch (Mg)	0,16	0,07	0,21

Base éch (K)	1,88	1,88	1,41
CEC sol [cmol(+)/kg]	18,55	24,17	4,69
CEC argi [cmol(+)/kg]	2	2,1	1,4
Saturat bases (%)	18,25	14,22	59,21
Rapport Ca/Mg/K	0,75	1,91	0,95
ESP	6	5	19
pH H2O	4,2	4,8	5,3
pH KCl	3,9	4,1	4,7
Acidit Al [cmol(+)/kg]	0,64	0,39	0,08
Acidit tot [cmol(+)/kg]	0,64	0,48	0,24
ECEC [cmol(+)/kg]	4,03	3,92	3,01
CaCO3 (%)	0,17	0,17	0,09
Mat organique (%)	8,28	11,03	1,66



Photo 27: Image du profil KA-35

INTERPRETATION DES RESULTATS

- Sol profond ; présence des fragments rocheux et nodules minéraux abondants à moins de 60 cm de profondeur
- Texture fine limon argileuse à argile assez lourde pour l'agriculture. De même que la présence des fragments rocheux plus ou moins important dès le septième centimètre d'épaisseur peut compliquer le labour et le semis ;
- Moyennement pauvre en matière organique ;
- C/N = 37 dans l'horizon A : il n'y a pas de perte de matière organique ;
- Faible teneur en bases échangeables, capacité d'échange cationique du sol et saturation en bases moyennement faibles ;
- Sol relativement acide. Ecart faible entre l'acidité active et potentielle. la teneur en complexe argilo-humique pourrait être très faible.

- Le pourcentage de sodium échangeable (ESP) révèle que ce sol renferme une teneur moyenne d'ion sodique échangeable.

Propositions : Ferralsols plinthique

Tableau 70: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-36)

Données concernées	Résultats obtenus	Observations
Date de description	18 juin 2019	
Auteur	CEMIC	Agglomérations humaines proches
Localisation (lieu)	Cité de Mawawa	
Coordonnées géographiques	S10°45'1,67" E25°13'21,07"	Pourcentage d'occupation
Altitude	1390 m	Villages : 3%
Position topographique	Pente convexe	Agriculture : 1%
Géomorphologie de la zone	Accidentée	Elevage : 0,3%
Végétation de la zone	Forêt claire	Commerce : 0%
Utilisation du sol	Feux de brousse très proches	Industries : 0%
Roche mère	Alluvion	Feu de brousse : 25% (chasse)
Drainage	Légèrement excessif	Naturel : 70,7%
Etat hydrique du sol	Assez sec	
Présence roches/cailloux en surface	Très peu	
Traces d'érosion	Très faible	
Influence humaine	Fabrication braise à 700 m	

Tableau 71: Présentation des résultats par horizon

Numéro	1	2	3	4	5	6
Symbole principal	A1	A2	A+B	B2	BC	C
Symbole second				Bws		
Couleur (Munsell)	7.5YR3/4	7.5YR3/4	10YR3/6	7.5YR5/8	5YR6/8	2.5YR6/8
Couleur (littéraire)	Brun sombre	Brun sombre	Brun jaunâtre sombre	Brun foncé	Jaune rougeâtre	Rouge clair
Profondeur (cm)	0 – 7,5	7,5 – 18,5	18,5 – 32,5	32,5 – 67,5	67,5 – 110	110 – 210
Cimentation	Faible	Faible	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne
Présence roches	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu
Présence nodules	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu
Numéro échantillon	KA-36/1	KA-36/2	KA-36/3	KA-36/4	KA-36/5	KA-36/6

Tableau 72: Résultats des analyses physicochimiques

Numéro	1	4	6
Symbole principal	A1	B2	C
Symbole second		Bws	
Sable (%)	42	70	60
Limon (%)	28	12	15
Argile (%)	30	18	25
Carbone org (%)	5,12	0,32	4
Azote (%)	0,036	0,02	0,013
Base éch (% Na)	0,88	0,88	1
Base éch (Ca)	0,23	0,23	0,24
Base éch (Mg)	0,17	0,01	0,4
Base éch (K)	1,71	1,59	2
CEC sol [cmol(+)/kg]	19,15	1,98	15,04
CEC argi [cmol(+)/kg]	1,5	0,9	1,3
Saturat bases (%)	15,6	13,7	24,2
Rapport Ca/Mg/K	0,76	9,99	0,3
ESP	5	45	7
pH H2O	4	4	4,1
pH KCl	3,4	3,9	3,8
Acidit Al [cmol(+)/kg]	1,12	0,96	0,48
Acidit tot [cmol(+)/kg]	1,28	0,96	0,96
ECEC [cmol(+)/kg]	4,27	3,67	4,6
CaCO3 (%)	0,18	0,39	0,15
Mat organique (%)	8,83	0,55	6,9



Photo 28: Image du profil KA-36

INTERPRETATION DES RESULTATS

- Sol très profond ; très peu de fragments rocheux et nodules minéraux sur tout le profil
- Texture moyenne limon argilo-sableuse marginale pour l'activité agricole ;
- Richesse relative en matière organique ;
- C/N = 142,2 dans l'horizon A : il n'y a pas de perte de matière organique ;
- Faible teneur en bases échangeables, capacité d'échange cationique du sol et saturation en bases moyennement faibles ;
- Sol très acide. Ecart moyen entre l'acidité active et potentielle. Le sol possède donc une valeur moyenne d'acidité échangeable ;
- La valeur moyenne du pourcentage de sodium échangeable (ESP) révèle que ce sol renferme une teneur moyenne d'ion sodique échangeable.

Propositions : Arenosols haplique

Tableau 73: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-38)

Données concernées	Résultats obtenus	Observations
Date de description	18 juin 2019	
Auteur	CEMIC	Présence humaine observée

Localisation (lieu)	Cité de Kafwaya	
Coordonnées géographiques	S 10°43'21,6" E 025°14'51,9"	Pourcentage d'occupation
Altitude	1448 m	Villages : 3%
Position topographique	Plateau	Agriculture : 3% (manioc, maïs)
Géomorphologie de la zone	Ondulée	élevage: 1%
Végétation de la zone	Savane arbustive	Commerce : 0%
Utilisation du sol	Coupes d'arbres	Industries : 0%
Roche mère	Eluvion	Feu de brousse : 5% (braise)
Drainage	Normal	Naturel : 78%
Etat hydrique du sol	Assez sec	
Présence roches/cailloux en surface	Très peu	
Traces d'érosion	Aucune	
Influence humaine	Fabrication des charbons de bois intense	

Tableau 74: Présentation des résultats par horizon

Numéro	1	2	3	4	5	6
Symbole principal	A1	A2	A+B	B2	BC	C
Symbole second				Structural		
Couleur (Munsell)	7.5YR6/4	10YR5/6	7.5YR7/8	5YR6/8	5YR6.5/8	5YR6.5/8 10R4/3
Couleur (littéraire)	Brun clair	Brun jaunâtre	Jaune rougeâtre	Jaune rougeâtre	Jaune rougeâtre	Jaune rougeâtre
Profondeur (cm)	0 – 7	7 – 17,5	17.5 – 29,5	29,5 – 66,5	66,5 – 85	85 – sup 201
Cimentation	Faible	Moyenne	Forte	Forte	Forte	Très forte
Présence roches	Pierreux	Pierreux	Excessivement	Excessivement	Excessivement	Très excessif
Présence nodules	Noduleux	Noduleux	Excessivement	Excessivement	Excessivement	Très excessif
Numéro échantillon	KA-38/1	KA-38/2	KA-38/3	KA-38/4	KA-38/5	KA-38/6

Tableau 75: Résultats des analyses physicochimiques

Numéro	1	4	6
Symbole principal	A1	B2	C
Symbole second		Structural	
Sable (%)	63	65	40
Limon (%)	7	10	25
Argile (%)	30	25	35

Carbone org (%)	5,76	2,56	5,76
Azote (%)	0,025	0,031	0,023
Base éch (% Na)	0,88	0,88	1
Base éch (Ca)	0,23	0,24	0,25
Base éch (Mg)	0,09	0,32	0,07
Base éch (K)	1,88	1,94	1,59
CEC sol [cmol(+)/kg]	21,36	10,08	21,61
CEC argi [cmol(+)/kg]	1,5	1,3	1,8
Saturat bases (%)	14,44	33,58	13,46
Rapport Ca/Mg/K	1,27	0,38	2,26
ESP	4	9	5
pH H2O	4,4	4,4	4,2
pH KCl	3,5	3,9	3,9
Acidit Al [cmol(+)/kg]	0,8	0,32	0,56
Acidit tot [cmol(+)/kg]	0,96	0,48	0,56
ECEC [cmol(+)/kg]	4,04	3,86	3,47
CaCO3 (%)	0,2	0,12	0,15
Mat organique (%)	9,93	4,41	



Photo 29: Image du profil KA-38

INTERPRETATION DES RESULTATS

- Horizon très pierreux et noduleux à partir de la surface ; apparition de gros fragments violet vers 85 cm ; sol meuble peu profond ;
- sol tropical récent ; non hydromorphe à moins de 60 cm de profondeur

- Texture moyenne limon argilo-sableuse assez marginale pour l'agriculture. Cependant, la présence d'important fragments rocheux dès la surface rendent ce sol difficile à cette activité ;
- Richesse relative en matière organique ;
- C/N = 230 dans l'horizon A : il n'y a pas de perte de matière organique ;
- Faible teneur en bases échangeables, valeur marginale de la capacité d'échange cationique du sol et faible saturation en bases ;
- Sol très acide. Ecart faible entre l'acidité active et potentielle. Le sol pourrait présenter un complexe argilo-humique faible.
- La valeur moyenne du pourcentage de sodium échangeable (ESP) révèle que ce sol renferme une teneur moyenne d'ion sodique échangeable.

Propositions : 1 regosols ; 2 Lithosols

Tableau 76: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-40)

Données concernées	Résultats obtenus	Observations
Date de description	17 juin 2019	
Auteur	CEMIC	Profil creusé Dans le Dilungu
Localisation (lieu)	Cité de Tshamadingi (dans le Dilungu)	
Coordonnées géographiques	S 10°46'3,75" E 025°16'45,40"	Pourcentage d'occupation
Altitude	1422 m	Villages : 0%
Position topographique	Plateau	Agriculture : 0%
Géomorphologie de la zone	Plat	Elevage : 0%
Végétation de la zone	Herbacée inondable	Commerce : 0%
Utilisation du sol	Naturelle	Industries : 0%
Roche mère		Naturel : 100%
Drainage	Très pauvre	
Etat hydrique du sol	Très humide	
Présence roches/cailloux en surface	Très peu	
Traces d'érosion	Aucune	
Influence humaine	Aucune, village à plus de 1000 m	

Tableau 77: Présentation des résultats par horizon

Numéro	1	2	3	4	5	6	7
Symbole principal	A1	A2	AB	B1	B2	BC	C
Symbole second					podzol		
Couleur (Munsell)	2.5YR2/0	2.5YR2/0	10R3/2	5YR2.5/2	7.5YR6/6	7.5YR7/6	5YR7/8 10R5/8
Couleur (littéraire)	Noir	Noir	Brun grisâtre très sombre	Brun rougeâtre sombre	Jaune rougeâtre	Jaune rougeâtre	Jaune rougeâtre
Profondeur (cm)	0 – 10	10 – 34,5	34,5 – 91	91 – 130,5	103,5 – 125	125 – 136	136 – sup 208
Cimentation	Faible	Faible	Faible	Moyenne	Moyenne	Assez forte	Forte
Présence roches	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Assez pierreux
Présence nodules	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Très peu	Assez noduleux
Numéro échantillon	KA-40/1	KA-40/2	KA-40/3	KA-40/4	KA-40/5	KA-40/6	KA-40/7

Tableau 78: Résultats des analyses physicochimiques

Numéro horizon	1	4	6
Symbole principal	A1	B2	C
Symbole second		Podzol	
Sable (%)	82	82	60
Limon (%)	3	5	27
Argile (%)	15	13	13
Carbone org (%)	0,24	0,48	1,12
Azote (%)	0,007	0,006	0,02
Base éch (% Na)	0,65	0,76	0,53
Base éch (Ca)	0,24	0,23	0,26
Base éch (Mg)	0,16	0,01	0,32
Base éch (K)	0,41	0,59	0,41
CEC sol [cmol(+)/kg]	1,58	2,28	4,49
CEC argi [cmol(+)/kg]	0,6	0,6	0,6
Saturat bases (%)	99,81	69,68	33,96
Rapport Ca/Mg/K	2,81	38,38	1,99
ESP	41	34	12
pH H2O	4,3	4,8	4,9
pH KCl	4	4,8	5,5
Acidité Al [cmol(+)/kg]	0,16	0,16	0,72

Acidité [cmol(+)/kg]	tot	0,16	0,16	1,52
ECEC [cmol(+)/kg]		1,73	1,75	3,04
CaCO₃ (%)		0,14	0,15	0,13
Mat organique (%)		0,41	0,83	1,93



Photo 30: Image du profil KA-40

INTERPRETATION DES RESULTATS

Sol hydromorphe (remplie d'eau) ; passage de C à la roche imperméable de façon brutale, à certains endroits sols blanc sous la végétation herbacées

Propositions : podzols, alfisols

Partant de l'objectif de faire l'étude des sols du projet Kamoia-Kakula, ce travail d'étude pédologique a visé essentiellement à déterminer : (1) le degré de l'influence des communautés humaines sur la partie du PE sous étude ; (2) les propriétés topographiques de ces profils et (3) leurs caractéristiques physicochimiques.

En guise des résultats, les caractéristiques suivantes de ces sols ont été mises en évidence dans cette étude :

- Cinq principaux types de position topographique : Dépression (KA2, KA6, KA8, KA11 et KA34) ; fond de vallée (KA3) ; pente (KA 4 et KA 36) ; plaine (KA1, KA40, KA5, KA7 et KA35) ; plateau (KA10, KA21, KA25, KA33 et KA38)
- Quatre sortes de végétation : dilungu ou terre inondable (KA1 et KA40) ; forêts claire zambézienne (KA2, KA6, KA10, KA21 et KA38) ; savane boisée (KA3, KA7, KA8, KA11, KA25 et KA34) ; savane arbustive (KA4, KA5, KA33, KA35 et KA38)

- Trois type de drainage superficiel : rivière ou source d'eau (KA2, KA5 et KA10) ; marécage (KA1 et KA40) ; uniquement pluie (KA3, KA4, KA6, KA7, KA8, KA11, KA21, KA25, KA33, KA34, KA35, KA36 et KA38) ;
- Quatre grands groupes de sol : (1) les sols inondables et fortement lessivés : Alfisols et podzols (KA1 et KA40) ; (2) les sols peu profond sur roche dure : plinthosols, lithosols, leptosols et regosols (KA2, KA4, KA7, KA34 et KA38) ; (3) les sols profonds : ferralsols, arenosols et cambisols (KA3, KA8, KA10, KA21, KA25, KA33, KA36) ; (4) les sols meubles moyennement profond : Arenosols plinthisque, ferralsols plinthisque (KA5, KA6, KA11, KA35) ;
- Sept types d'occupation ou d'utilisation de terrain : Agriculture et élevage (KA3, KA4, KA5, KA7, KA11, KA25, KA33, KA36 et KA38) ; production de bois de chauffe (KA34) ; activité commerciale (KA8, KA11, KA25 et KA33) ; feux de brousse (KA3, KA5, KA6, KA8, KA11, KA33, KA35 et KA38) ; activités Industrielles (KA11) ; usage résidentiel, essentiellement villages (KA3, KA4, KA5, KA6, KA7, KA8, KA11, KA21, KA25, KA33, KA35, KA36, KA38) et terrain en entier ou en partie à l'état naturel (KA1, KA40, KA2, KA3, KA4, KA5, KA6, KA7, KA8, KA10, KA11, KA21, KA25, KA33, KA34, KA35, KA36 et KA38) ;
- Cinq principales caractéristiques physiques : Inondables/hydromorphes (KA1 et KA40) ; moyennement profond avec plusieurs particules grossières au-delà de 25 cm de profondeur (KA5) ; peu profond avec particules grossières dans les cinq-dix premiers centimètres de profondeur (KA2, KA4, KA7, KA25, KA34, KA35) ; profond et meuble d'au moins un mètre (KA3, KA8, KA10, KA11, KA21, KA33 et KA36) ; riches en particules grossières à partir de la surface (KA6 et KA38) ;
- Cinq principales qualités agronomiques : bonne texture mais beaucoup de fragments solides à la surface ou proche (KA2, KA4, KA6, KA34 et KA38) ; texture défavorable à l'agriculture par composition minéralogique, présence des fragments grossiers, pauvreté en éléments essentiels, caractéristiques hostiles, etc. (KA1, KA40, KA7, KA25 et KA35) ; (texture favorable à l'agriculture (KA3) ; texture lourde ou argileuse (KA8 et KA10) et enfin texture marginale pour l'agriculture (KA5, KA11, KA21, KA33, KA36)

3.2.2. DU CLIMAT ET DE LA QUALITE DE L'AIR

3.2.2.1. Climat

Il existe quatre sources principales de données météorologiques situées à proximité de la zone du projet :

- Station météorologique de l'aéroport de Kolwezi (35 Km à l'Est du site) ;
- Station météorologique du camp d'exploration de Kamoia ;
- Pluviomètre du village Kaponda ;
- Pluviomètre du village Kalundu.

Le climat qui prévaut dans le périmètre de Kamoia-Kakula est du type tempéré pluvieux chaud, qui correspond dans la classification de Koppen à Cw₆.

Le climat dans la région suit un modèle distinct de saisons sèches et humides. Des précipitations annuelles d'environ 1225 mm sont enregistrées dans la région, principalement entre octobre et mars (saison des pluies), avec des précipitations maximales entre décembre et février. La saison sèche a lieu d'avril à septembre. La température moyenne de l'air reste très similaire tout au long de l'année, avec une moyenne d'environ 22°C. Au projet Kamoia-Kakula, les températures moyennes annuelles varient entre 16 et 28°C, la moyenne étant de 20,6 °C. Les vents sur le projet devraient provenir de l'est-sud-est 20% du temps et du sud-est 14% du temps. La vitesse du vent est modérée à forte, avec un faible pourcentage (11,25%) de conditions de calme (<1 m / s).

3.2.2.1.1. Météorologie sur le site

Le Projet de Kamoia-Kakula gère une station météorologique sur place qui enregistre les mesures horaires des paramètres suivants :

- vent : direction et vitesse ;
- température : moyenne, maximum, minimum et point de rosée ;
- humidité atmosphérique de l'air ;
- pression barométrique ;
- rayonnement solaire, et ;
- Précipitations.

Les données météorologiques prises les deux dernières années sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Tableau 79: Les données météorologiques du site de KAMCO de 2016 à 2018

Mois	Moyenne de Temp en dehors	Max de Haute Temp	Min of Basse Temp	Average of Out Hum	Moyenne de la vitesse de vent	Max de la haute vitesse	Moyenne Barométrique	Somme des pluies	Année
Janvier	20,45	30,10	15,30	76,30	0,74	12,50	1011,46	361,26	2016
Fevrier	20,85	30,80	16,60	81,06	0,72	16,50	1010,94	296,01	2016
Mars	21,86	31,30	16,90	81,22	0,54	13,40	1010,49	151,27	2016
Avril	21,20	31,00	13,20	78,22	1,45	13,40	1011,25	40,07	2016
Mai	19,50	29,90	10,30	70,48	1,58	13,00	1014,35	22,60	2016
Juin	18,46	29,80	8,60	59,67	1,77	15,60	1016,02	0,00	2016
Juillet	18,77	30,90	8,30	56,44	1,96	13,40	1014,82	0,00	2016
Août	21,33	31,10	11,60	48,23	1,98	14,80	1012,56	0,00	2016
Septembre	22,93	33,70	13,90	54,66	0,83	20,60	1009,91	51,03	2016

Octobre	22,98	33,70	14,60	63,25	0,88	13,00	1008,37	31,22	2016
Novembre	18,74	24,30	16,70	86,41	0,25	6,30	1011,54	13,60	2016
Décembre	20,53	31,20	14,80	80,22	0,56	12,10	1010,39	241,00	2016
Janvier	20,30	28,30	15,40	79,78	0,60	12,50	1010,08	279,80	2017
Fevrier	20,06	31,10	15,70	79,37	0,61	12,10	1010,15	321,00	2017
Mars	20,22	29,40	15,00	78,15	0,78	15,20	1010,35	285,60	2017
Avril	20,68	30,60	13,90	76,04	1,57	13,40	1010,99	137,60	2017
Mai	20,41	29,90	11,90	70,27	1,70	13,90	1012,58	1,00	2017
Juin	19,09	29,80	10,20	60,46	1,72	12,50	1013,88	0,20	2017
Juillet	19,40	30,10	9,90	54,23	2,04	14,30	1014,33	0,00	2017
Août	20,85	32,00	11,40	49,58	1,70	12,50	1011,97	0,00	2017
Septembre	23,33	34,10	13,70	43,68	1,18	13,00	1009,35	2,80	2017
Octobre	22,87	34,90	15,00	64,60	0,89	12,10	1008,14	52,80	2017
Novembre	20,62	31,60	15,90	78,41	0,80	14,30	1009,58	154,40	2017
Décembre	20,26	30,30	16,20	80,58	0,60	16,10	1009,85	193,60	2017
Janvier	19,51	28,10	15,20	70,79	0,62	17,40	1010,18	325,20	2018
Février	21,06	30,60	16,10	59,53	0,61	17,00	1008,20	112,00	2018
Mars	20,34	30,10	15,60	52,09	0,61	13,90	1009,79	175,20	2018
Avril	20,12	29,40	16,10	45,68	0,42	12,10	1009,39	152,00	2018

3.2.2.1.2. Désastres météorologiques

Les catastrophes telles que les tempêtes de sable ou de poussières, les pluies torrentielles, les grêles, les ouragans, les cyclones, les tornades, les inondations, la sécheresse, etc., sont jugées de faible probabilité dans la zone du projet.

3.2.2.2. La qualité de l'air

Les conditions de la qualité de l'air dans cette zone de projet sont essentielles pour évaluer le potentiel de distribution de polluants atmosphériques et leurs effets dans la zone d'influence. Les polluants atmosphériques peuvent parcourir de longues distances, aussi l'information de référence sur la qualité de l'air doit être considérée par rapport aux conditions météorologiques, la distribution des vents, les formations géologiques et tout autre facteur qui pourrait influencer la distribution des polluants atmosphériques.

3.2.2.2.1. Conditions météorologique du périmètre d'étude

Il existe deux dispositifs permanents de contrôle des conditions météorologique, installés à l'intérieur du périmètre minier.

Tableau 80: SITE KAMOA

N° des Rangées	Moyenne de la Température en dehors	Max de la haute Température	Min de la basse Température	Moyenne de l'humidité	Moyenne de la vitesse de vent	Max de la haute vitesse	Moyenne Barométrique	Somme des pluies
2012	20,24	33,40	9,20	71,22	1,00	15,60	1010,75	1160,61
2013	20,43	33,70	8,70	69,77	1,39	19,20	1011,31	2847,63
2014	20,40	33,70	8,20	70,14	1,08	16,50	1011,47	2299,58
2015	20,59	34,10	8,90	56,09	1,10	17,90	1011,91	2567,91
2016	20,71	33,70	8,30	68,34	1,20	20,60	1012,02	1208,06
2017	20,65	34,90	9,90	67,89	1,19	16,10	1010,98	1428,80
2018	20,53	34,30	7,90	56,87	0,76	17,40	1010,87	932,80
Grand Total	20,49	34,90	7,90	66,10	1,14	20,60	1011,37	12445,39

N° des Rangées 2019	Moyenne de Température en dehors	Max de la haute Température	Min de la basse Température	Moyenne de l'humidité	Moyenne de la vitesse de vent	Moyenne de la pression Barométrique	Somme des pluies
Janvier	20,22096774	29,4	16,5	37,09408602	0,263844086	1011,261828	123,6
Février	21,03067485	31	16,1	76,94018405	0,155674847	1009,438344	193,6
Mars	21,12359375	31,3	15,8	97,3375	0,203125	1009,190938	114,2
Avril	21,40820584	30,6	14,8	98,75799722	0,227955494	1009,061196	118,2
Mai	20,40954301	29,9	12,4		0,590322581	1010,508468	18,4
Juin	17,38371501	28	8,3		0,844529262	1014,680916	0
01-juin	18,675	26,2	12,4		0,254166667	1011,1875	0
02-juin	18,1375	25,9	11,8		0,770833333	1012,858333	0
03-juin	16,95416667	24,6	10,4		1,141666667	1014,304167	0
04-juin	16,02916667	24,3	8,6		0,745833333	1015,15	0
05-juin	16,97083333	24,9	11,4		1,558333333	1013,566667	0
06-juin	17,575	26,3	10,2		0,479166667	1013,525	0
07-juin	18,0125	26,8	9,4		0,55	1013,895833	0
08-juin	18,89166667	28	11,9		0,854166667	1015,045833	0
09-juin	17,87083333	25,7	11,8		1,054166667	1015,820833	0
10-juin	16,35416667	24,9	9,1		0,7375	1015,683333	0
11-juin	15,54166667	24	8,3		0,691666667	1016,304167	0
12-juin	17,59166667	27,3	10,9		0,725	1015,766667	0

13-juin	19,17083333	27,9	13,3		0,954166667	1014,545833	0
14-juin	17,925	26,7	11		1,1625	1015,266667	0
15-juin	16,85416667	25,1	10,6		1,175	1015,325	0
16-juin	17,25416667	26,9	9,5		0,808333333	1015,754167	0
17-juin	12,93333333	15,3	11,8		0,444444444	1017,066667	0
Grand Total	20,47392086	31,3	8,3	83,44450154	0,350154162	1010,410509	568

Tableau 81 : SITE KAKULA

Numéro des rangées	Vitesse moyenne du vent m/s	Vitesse moyenne du vent Max	Moyenne de la direction du vent deviation Standard (°)	Moyenne de la température ambiante_ Avg C	Moyenne d'humidité relative_ Moyenne %	Moyenne de la pression Barométrique_ Avg mB	Somme de la pluie tombéemm	Moyenne ug/m ²	Moyenne ug/m ²²
<14/12/2018									
2018									
Qtr4									
Décembre	1,597736211	4,043477218	29,51082734	19,89611511	37,18664748	857,8669458	271,9	4,528733813	5,021086331
Qtr4 Total	1,597736211	4,043477218	29,51082734	19,89611511	37,18664748	857,8669458	271,9	4,528733813	5,021086331
2018 Total	1,597736211	4,043477218	29,51082734	19,89611511	37,18664748	857,8669458	271,9	4,528733813	5,021086331
2019									
Qtr1									
Janvier	1,639852151	4,114685484	28,51411694	20,36501344	47,06430242	857,8653386	228,7	6,25884543	6,44371371
Février	1,730208333	4,227345238	30,79486458	21,17598214	0,38796131	857,5502159	336,5	6,26971875	6,087019345
Mars	1,949571237	4,66472043	29,58463441	21,45672043	0,615668011	857,8513891	227,7	6,793852151	6,238119624
Qtr1 Total	1,774643981	4,339191667	29,59241667	20,99334722	16,5438	857,7624956	792,9	6,446508333	6,261926389
Qtr2									
Avril	2,489116667	5,538544444	25,14094306	21,89629167	0,338609722	857,9640669	232	8,825669444	6,831579167
Mai	3,651763441	7,505341398	17,89282258	21,28512097	0,338668011	858,7444259	11,7	14,55514651	9,179483871
Juin	3,90580625	7,95694375	16,5769375	18,17490625	0,338775	860,6336753	0	16,45538438	12,10976563
Qtr2 Total	3,228102018	6,792571749	20,5820398	20,97389574	0,338663677	858,7683617	243,7	12,58365135	8,75751009
2019 Total	2,432090517	5,448935598	25,51672896	20,98454868	9,213687627	858,2174817	1036,6	9,22253854	7,390760396

3.2.2.2. Analyse quantitative des émissions atmosphériques

3.2.2.2.1. Matières particulaires (PM)

Les matières particulaires sont un indicateur indirect courant de la pollution de l'air. Elles affectent plus de personnes que n'importe quel autre polluant. Elles sont formées d'un mélange complexe de particules solides et liquides de substances organiques et minérales en suspension dans l'air.

Si les particules d'un diamètre n'excédant pas 10μ ($\leq PM_{10}$) peuvent pénétrer et se loger profondément à l'intérieur des poumons, celles dont le diamètre est inférieur ou égal à $2,5 \mu$ ($\leq PM_{2.5}$) sont encore plus nocives pour la santé. Elles peuvent franchir la barrière pulmonaire et entrer dans la circulation sanguine.

L'exposition chronique aux particules contribue au risque de développer des maladies cardiovasculaires, respiratoires et des cancers pulmonaires.

Les mesures de la qualité de l'air sont généralement communiquées en teneur moyenne journalière ou annuelle de particules PM_{10} par mètre cube d'air. Les mesures en routine de la qualité de l'air expriment d'ordinaire les valeurs de concentration de ces particules en microgrammes par mètre cube ($\mu g/m^3$).

La teneur de l'air en particules fines ($PM_{2.5}$ ou inférieures) est également communiquée quand on dispose d'appareils de mesure suffisamment sensibles.

3.2.2.2.2. Valeurs recommandées

Les normes applicables pour la protection de l'air indiquent les concentrations de ces particules minérales en $\mu g/m^3$, de 50 et 25 respectivement pour le PM_{10} et $PM_{2.5}$ comme valeurs seuils.

Tableau 82: Évaluation quantitative du niveau de la pollution en Matières particulaires à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre de Kamoa-Kakula

Point d'évaluation	Coordonnées		Temps		Conditions atmosphériques							Paramètres de l'air				
	UTM E	UTM N	Date	Heure	T°C	Hum %	Dp °C	WCh °C	Wsp m/s	Baro	Ill	PM1 µg/m3	PM2.5 µg/m3	PM10 µg/m3	HCHO mg/m3	TVCO mg/m3
MULEMENA	289866	8791989	18/06/2019	11H30	32,6	31,1	33,2	12,5	1,8	874,3	54612	31	15	15	0	28
KIBUNDJI	290898	8794083	18/06/2019	11H45	34,4	25,5	34,5	11,9	2,1	878,2	54612	30	23	27	0	3
KAVUMA	292653	8795682	18/06/2019	11H54	33,3	24,5	33,1	8,5	1,9	871,8	54612	32	26	34	0	3
CAMP KAKULA DRILING	301262	8795062	18/06/2019	13H07	31,1	32,2	29,1	8,7	1,1	865,2	54612	20	23	29	0	1
KAMISANGE	294111	8795869	18/06/2019	13H38	33,9	21,8	32,9	8,4	1,1	869,4	54612	32	31	42	0	5
MPESE MOYA (coté cité MASEKA)	297215	8795944	18/06/2019	13H51	31,2	25,8	31,4	9,5	1,9	867,6	54612	22	23	30	0	7
CITE MANSEKA	297806	8796605	18/06/2019	14H00	31,9	27,5	31,9	9,1	2,1	868,4	54612	25	23	37	0	8
SAMUKOKO	299010	8798092	18/06/2019	14H09	33,2	25,9	33,6	10,5	1,1	870,6	54612	26	27	37	0	0
MUVUNDA	302459	8799091	18/06/2019	14H23	33,5	25,3	34	10,1	1,2	866,6	54612	26	29	37	0	0
KAPONDA 2	306131	8800644	18/06/2019	14H44	33,7	25,4	33,7	10	0	863,6	54612	35	45	50	0	21
BOROWPIT (rivière LULUA)	306434	8801223	18/06/2019	14H52	32,6	24,7	32,6	8,5	1,4	862,5	54612	62	94	100	0	6
KAPONDA 1	306995	8802145	18/06/2019	15H04	31,7	28,9	31,7	10,3	0	859,4	54612	26	30	41	0	0
ISRAEL	308396	8803062	18/06/2019	15H16	33,3	28,4	33,3	10,2	0	857,2	54612	27	32	42	0	1
KAMAKALA	318529	8805846	18/06/2019	15H49	30,6	27,7	30,7	8,9	1,3	858,3	54612	30	38	43	0	0
KAKISA	317934	8805467	18/06/2019	15H58	28,7	26,5	28,9	6,2	1,1	857,8	54612	39	44	49	0	1
MUSULU	317247	8805340	18/06/2019	16H06	30,2	31,2	30,2	9,7	2,2	858	54612	43	44	49	0	0
KAKUNTA	316667	8805232	18/06/2019	16H13	29,4	31,7	29,4	9,1	0,8	857,8	54612	46	46	50	0	0
MUPENDA 2	315280	8805743	18/06/2019	16H21	29,8	31,1	29,8	9	0	857,5	54612	42	42	48	0	0
MUPENDA 1	314557	8806526	18/06/2019	16H30	29,5	30,1	29,8	8,7	1,2	857,2	54612	45	48	50	0	0
MUNDJENDJE	311266	8805016	18/06/2019	16H44	30	27,7	29,8	7,1	1,5	854,4	44061	37	44	48	0	0
LODORINE	310550	8804923	18/06/2019	16H50	28,8	28,2	29	7	1	855,1	7229	45	47	50	0	0
KATAYI	308574	8808567	18/06/2019	17H09	28	29,8	28,1	7,5	1,8	859,5	10514	44	54	72	0	9
KALUNDU (EXTREME NORD)	308599	8820512	19.06.2019	12H12	32,4	26,3	32,1	8,2	3,1	870,1	54612	25	29	32	0	0
KAYA 2	313025	8814322	19.06.2019	12H42	30,7	27,8	31,1	8,1	2,9	856,3	54612	2	26	34	0	0,001
KYAMADINGI	313218	8810756	19.06.2019	13H00	29,9	27,7	30,4	7,9	1,3	856,9	54612	17	2	27	0	0,001
KANGASO	315629	8810083	19.06.2019	13H18	3,1	27,9	31,4	9,3	1,2	860,5	54612	20	2	26	0	0,011
WIRI	314794	8809405	19.06.2019	13H27	31,4	37,9	31,6	14,2	1,5	860,6	54612	18	17	2	0	0
MAWAWA	303687	8810114	19.06.2019	14H30	33,2	29,4	33,2	11,2	1,5	872,4	54612	38	42	47	0	0
VENANCE	305660	8811745	19.06.2019	15H00	31,9	27,8	31,9	10,1	0	868,3	54612	32	35	42	0	0
MUZEYA (Produits de	306614	8812191	19.06.2019	15H10	31,9	28,2	32,1	10,2	1,9	863,7	54612	36	38	42	0	0

foration)																
TSHIWISHA	307767	8813665	19.06.2019	15H33	30,9	23,5	31,7	7,2	1,2	860,5	54612	32	34	4	0	0,001
BENKENE	306763	8814669	19.06.2019	15H58	33,8	23,9	33,9	8,6	0	871,4	54612	38	44	49	0	0,004
KAMOA MISSION	307174	8812976	19.06.2019	16H16	32,7	25,9	32,2	9,1	1,2	863,4	47815	45	5	5	0	0
CITE MUSOKA	307309	8812385	19.06.2019	16H34	32,7	25,2	31,6	7,9	2,5	863,1	36750	53	59	75	0	0
DJOSAYI	309393	8812166	19.06.2019	16H49	31,4	30,1	31,4	8,9	0	858,8	10131	39	45	48	0	0,002
TSHINDITSHINDE	306861	8808677	19.06.2019	17H12	31	28,1	30,9	10,4	0,9	859,8	6757	46	48	5	0	0
Portail d'entrée Mine 4	305303	8815508	20.06.2019	9H33	26,8	37,2	26,8	9,5	2,1	872,2	54612	20	25	32	0	0
Parking Camp KAMOA	309200	8809309	20.06.2019	11H45	28,1	29,9	28,3	7,9	4,4	859,4	54612	16	16	20	0	0
Stockage des stériles KANSOKO	307891	8804766	20.06.2019	13H09	30,9	33,7	31,1	12,3	1,3	858,2	54612	15	15	20	0	0
Stockage des minerais KANSOKO	307934	8804617	20.06.2019	13H25	30,1	29,1	30,7	8,2	1,2	858,9	54612	10	15	22	0	0
Concentrateur (aménagement site)	302081	8795882	18/06/2019	10H25	27,6	34,5	26,5	8,7	3,7	865,3	54612	11	17	18	0	0
Trou de ventilation (travaux du site)	301698	8795574	18/06/2019	10H44	26,9	35,1	26,8	8,5	2,2	865,9	54612	16	22	36	0	0
Extrême Ouest à 10m	287815	8792599	18/06/2019	11H20	30,4	29,7	31,5	10,7	1,6	883,8	54612	2	2	26	0	0
Point de stockage des caillaces			20.06.2019	15H02	32,3	26,6	32,3	10,2	2,1	856,9	54612	15	15	23	0	0
ENV 3			20.06.2019	15H28	32	28,5	32,1	9,7	1,3	861,8	54612	12	14	17	0	0,008
ENV 2	306326	8797650	20.06.2019	15H48	31,7	26,4	31,7	9,3	1,4	859,8	54612	14	15	25	0,052	0,173
ENV 1	306027	8796119	20.06.2019	16H10	31,9	25,9	32	8,9	0	860,1	54612	15	17	20	0	0
DILUNGU près de ENV 5	307936	8795191	20.06.2019	16H27	30,2	27,7	30,2	7,8	1,6	857,3	54612	15	15	23	0	0,008
EXTREME SUD 1	296012	8786223	24	10H57	22,7	50,1	21,7	9,8	1,1	874,3	54612	20	17	40	0	0
EXTREME SUD 2 (ferme TANDELA)	295058	8786780	24	11H09	26,6	35,1	28,8	9,5	1,4	874,4	54612	17	20	25	0	0
SURFACE ENTREE DE LA MINE SUD	300184	8793430	24	12H56	30,9	37,7	31,3	13,8	0	868	54612	38	40	48	0	0
PORTAIL SUD	300184	8793490	24	13H05	33,4	31,4	34,4	15,5	1,1	869,2	54612	48	50	50	0	0
SITE DES BUREAUX SUD	300379	8793544	24	13H40	29	30,6	29,2	7,8	2,4	866	54612	32	48	43	0	0
CONCASSER SUD	300019	8793610	24	13H49	31,8	27,5	32,6	6,7	3,2	867	54612	30	36	42	0	0
STOCKAGE STERILE SUD	300368	8793891	24	14H00	33,5	22,8	34,4	8,7	1,6	865,2	54612	32	35	45	0	0
PARCKING KAKULA	302960	8795833	24	14H16	32,7	21,6	32,7	8,2	0	859,3	54612	36	43	47	0	0
STOCKAGE MINERAL KAKULA	303182	8796264	24	14H50	31,5	26,7	31,6	9,5	0	860,1	54612	37	38	47	0	0
STOCKAGE STERILE KAKULA	303088	8796544	24	15H01	36,6	21,1	36,6	10,9	2,1	859,8	54612	37	40	45	0	0
SITE EXTERIEUR KAKULA	302822	8795654	24	15H30	32,2	28,1	32,3	9,1	0	859,6	54612	43	43	48	0,032	0,104

CAMP TRAVAILLEURS KAKULA	303891	8796181	24	15H37	32,9	45,6	32,8	15,4	0	859,5	54612	42	47	50	0	0
ADRT/TOP ACCESS			25		26,8	78,4	26,8	22,1		878,2		272	305	414	0,12	0,372
ADT04					26,6	69,3	26,6	19,8		879,3			362	483	0,072	0,228
AD1					25,2	93,4	25,3	24,1		881		453	549	611		
AD2 31					26,9	95,8	26,9	26,2		881,6		402	498	584		
AD1/SDT												493	577	619		
AD2/P DRIVER					27,7	88,6	27,7	25,3		880,6		474	541	604		
SSL					26,4	78,2	26,4	21,9		877,2		198	289	295		
SP1			24	13H15	30,9	42,1	30,6	16,7	0	871,1	0	198	166	208	0	0
FRONT SUD			24	13H20	21,1	57,8	27	17,7		873,1	0					
Front mine de KANSOKO			20.06.2019	14H05	27,9	47,7	27,8	14,9	0	876	0	15	20	23	0,004	0,028
XC6-SD SP6			20.06.2019	14H17	24,9	59,7	25	15,9	0	873,6	0	20	26	32	0	0,002
XC4-SD SP4 (groupe et pompe)			20.06.2019	14H29	24,3	63,1	24,3	16,1	0	869	0	35	38	45	0	0
Entrée de la mine de KANSOKO			20.06.2019	14H39	24,7	51,9	24,8	13,3	0	859,9	54612	20	31	39	0	0,003

L'analyse des données atmosphériques, nous montrent des corrélations entre les conditions météorologiques et l'abondance des particules minérales PM dans l'atmosphère. Lorsque l'illumination augmente, la température augmente, l'humidité diminue, la pression atmosphérique augmente. Et lorsque la vitesse du vent augmente, la quantité des PM augmente dans l'atmosphère (figure 46. Graphique combinant l'humidité, la vitesse du vent, les PM et la dose d'irradiation au niveau des communautés locales).

Au niveau des communautés locales, les PM sont d'ordre de dizaines en moyenne et inférieures à 100ug/m³ alors que sous la mine de Kakula, nous avons prélevé des valeurs de 300 et 600ug/m³ du aux moteurs des engins lourds sous la mine avec une déficience de ventilation. La qualité de l'air en surface est bonne, alors qu'en surface précisément à Kakula, elle est vraiment médiocre. Ce qui nécessite une bonne ventilation pour l'améliorer.

3.2.2.2.3. Analyse qualitative des émissions atmosphériques

Tableau 83: Résultats des mesures réalisées à l'intérieur du périmètre d'exploitation de KAMCO

N°	Paramètres	Norme	Résultat en mg/m ³				Paramètres de calcul	
			Nord	Sud	Est	Ouest		
01	As	0,5	-	0,01.10 ⁻⁴	-	-	Poids Papier filtre [g]	1,3551
02	CO	29	-	<0,01	-	-	Poids Papier brut [g]	1,4195
03	Cu	1	-	6,29.10 ⁻⁶	-	-	Poids Net [g]	0,064
04	SiO ₂	5	-	0,01.10 ⁻⁴	-	-	Temps de séjour [jour]	7,000
05	HCN	11	-	<0,01	-	-	Temps de séjour Net [H]	168
06	H ₂ S	14	-	<0,01	-	-	Temps de coupure de courant [H]	17
07	Pb	0,15	-	2,47.10 ⁻⁵	-	-	Temps de séjour Net [H]	151
08	NO ₂	6	-	<0,01	-	-	Débit de la pompe [m ³ /h]	1,9
09	Solides	10	-	0,224	-	-	Volume d'un air [m ³]	286,90
10	SO ₂	5	-	<0,01	-	-	Concentration (mg/m ³)	0,224

Les résultats d'analyse ci-dessus montrent qu'au point Sud du site d'exploitation de KAMCO, les concentrations en polluants telle que spécifiée par législation congolaise en vigueur sont de loin inférieures aux seuils prescrits.

3.2.2.2.4. Analyse statistiques des PM, les conditions météorologiques

Direction du vent : La période de janvier à mars 2019

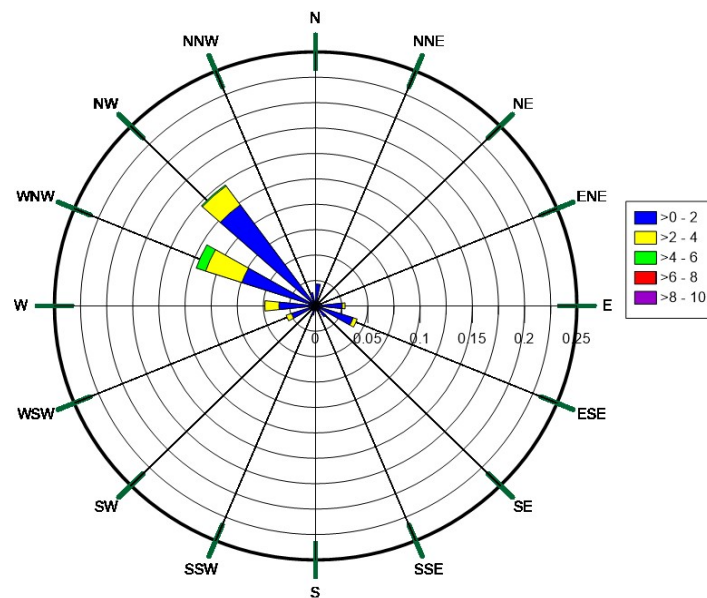


Figure 47: Direction du vent à vitesse minimale

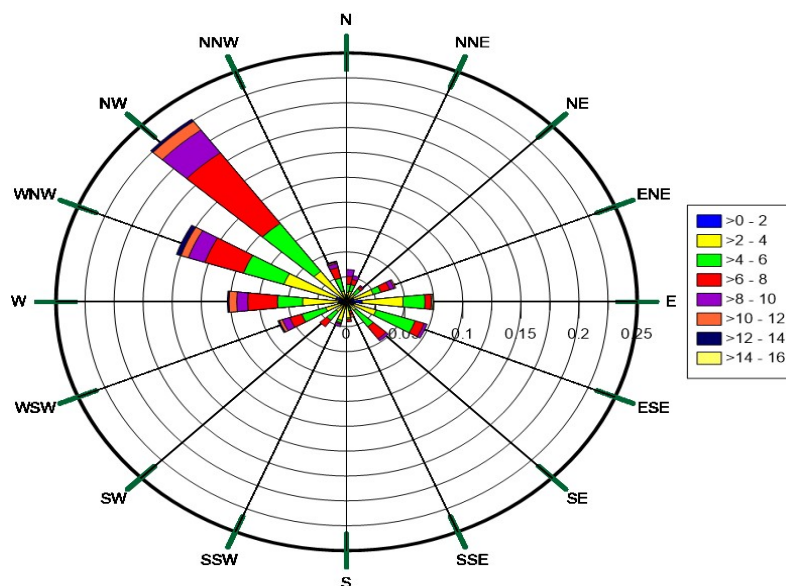


Figure 48: Direction de vent à vitesse maximale

Période d'avril au 17 juin 2019

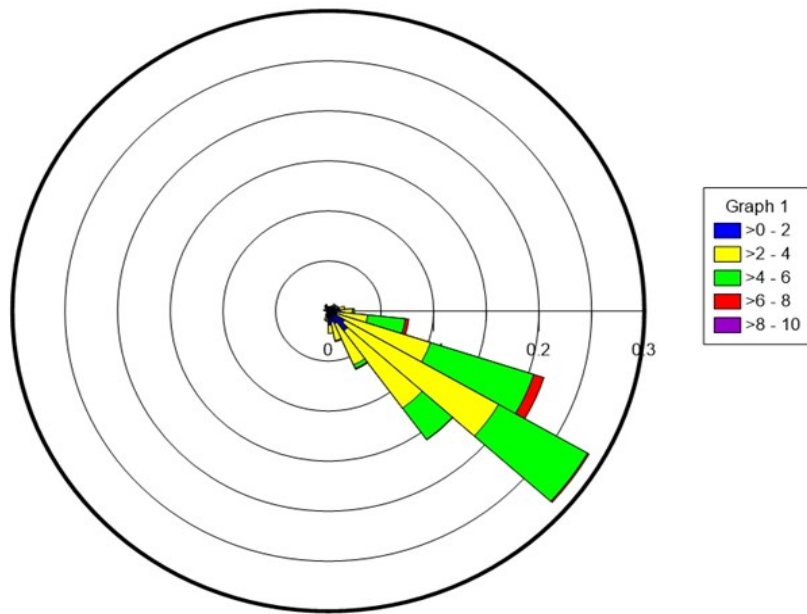


Figure 49: Direction du vent à vitesse minimale

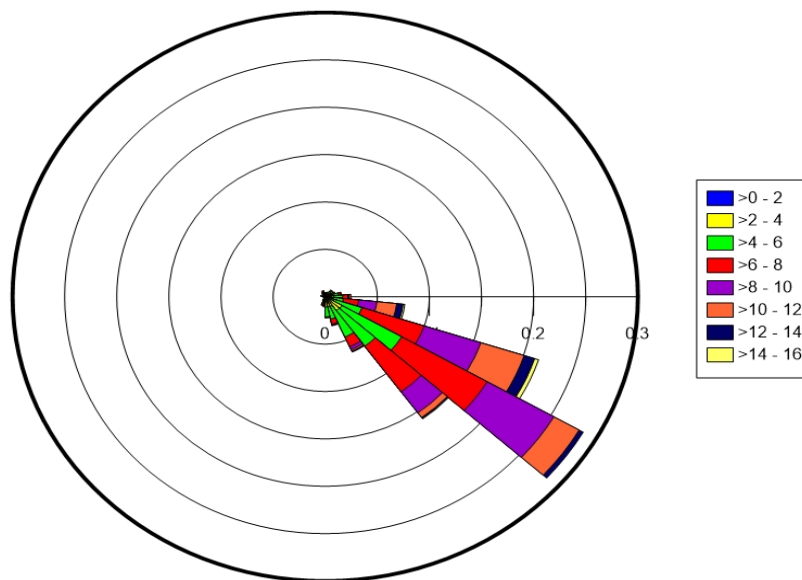


Figure 50: Direction du vent à vitesse maximale

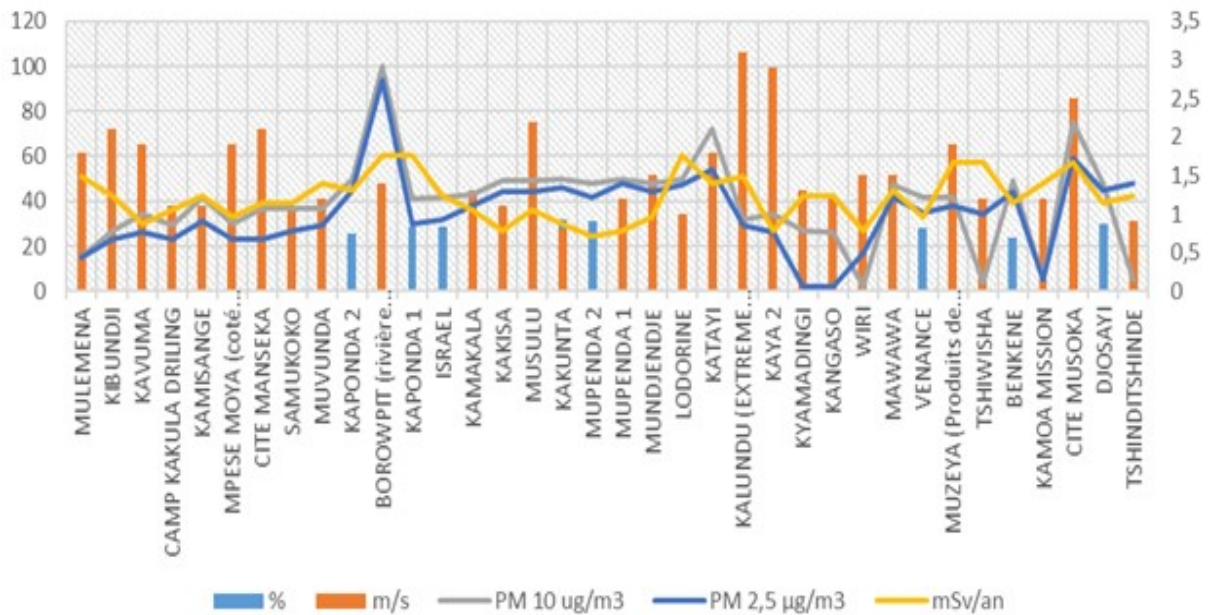


Figure 51: Graphique combinant l'humidité, la vitesse du vent, les PM et la dose d'irradiation au niveau des communautés locales

Les résultats de l'appareil station météo, montrent que lorsque les vents sont violents, les particules minières sont les plus abondants dans l'atmosphère et que lorsque l'atmosphère est plus humide, les particules minérales sont mises en suspension beaucoup plus difficilement et ont un temps de résidence beaucoup plus petit.

Le poids spécifique des PM accroit avec l'humectation de la vapeur d'eau dans l'atmosphère (humidité) et par gravité, la force du vent n'arrive pas de les porter, les PM chute à la surface du sol.

Nous remarquons également une corrélation positive de l'abondance des PM avec l'augmentation de la dose d'exposition radiologique dans l'air.

3.2.2.2.5. Le bruit

3.2.2.2.5.1. Emplacement et localisation des appareils

Les emplacements de mesure du climat sonore dans les PE du projet KAMOA ont été choisis en fonction des sources de bruits suivant :

- Bruit ambiant : Intersection des galeries dans les mines souterraines et les milieux sensibles dans les communautés locales des PE. Ces points d'évaluation se trouvent soit à proximité d'un Centre de santé, d'une école, etc.
- Bruit attribuable à une source ou une opération : généralement le front des opérations dans les mines souterraines, les engins, etc.

Toutefois, KAMOA SA et CEMIC Sarl ont convenu, au terme de la première année d'opération, de réévaluer la localisation de la station de bruit résiduel (BR) afin de s'assurer qu'elle constitue toujours le meilleur point de référence pour la mesure du bruit attribuable aux points de ventilation qui seront installés par la société en aval et la route.

- Bruit résiduel ou de fond : ces points sont représentés par les espaces prévus/proposés pour l'installation des infrastructures des mines (usines, TSF, etc.), machines et les équipements miniers (ventilation).

Les mesures sont effectuées principalement à l'aide d'un sonomètre positionné à une hauteur variant de 1,2 m à 1,5 m et à une distance d'au moins 5 m d'une voie de circulation routière. Le lieu autour du microphone est libre de parois pouvant réfléchir les sons sur un rayon d'au moins 3 m. Le microphone du sonomètre est positionné du côté des activités minières par rapport au bâtiment.

3.2.2.2.5.2. Instrumentation

Les instruments de mesure utilisés aux stations sont :

- Des sonomètres professionnels avec enregistrement des données, de marque FLUS, modèle ET-958 (enregistrement et surveillance en temps réel avec un PC). Ces sonomètres sont conformes à la spécification des normes internationales CEI 61672-1 classe 2. Chaque sonomètre a une capacité de mémoire de 262144 enregistrement en continu le niveau de bruit environnant en bande de tiers d'octaves de fréquences pondérées en A ou C, d'une résolution de 0.1 dB pour un écart de ± 1.4 dB.
- Des anémomètres Multi-paramètre GM8910-EN-00. Ce sont des produits portables appropriés pour mesurer la température (-20 à 60 °C ± 1.0 °C), l'humidité (0 à 100% ± 5 %), point de refroidissement (-40 à 10 °C ± 2 °C), le point de rosée (-40 à 60 °C ± 2 °C), la vitesse du vent (0.7 à 30.0 m/s ± 0.3 m/s), la pression atmosphérique (300 à 1100hPa ± 1.0 hPa), l'altitude (-500 à 9000m) et l'illumination (0 à 55000 Lx).

3.2.2.2.5.3. Conditions météorologiques

Les mesures de bruits sonores ont est effectuées conformément aux prescriptions de l'article 5 de l'annexe XII du nouveau Règlement Minier qui sont les suivantes :

- Vents n'excédant pas 20 km/h ;
- Taux d'humidité n'excédant pas 90% ;
- Aucune précipitation et ;
- Températures d'opération à l'intérieur des limites de fonctionnement spécifiées par le fabricant de l'équipement de mesure (pour ET-958 : -20 à 60°C).

3.2.2.2.5.4. Évaluation du niveau de bruits sonores

Le paramètre mesuré est le **niveau de bruit en dBA** correspondant au point moyen de la classe i (**Li**) et pour chaque station de mesure, la période d'échantillonnage (des mesures sonores en continu = dBn) sera de 3 périodes de 20 minutes vu que la période de référence est de 60 minutes consécutives.

Le niveau de bruit attribuable à une opération ou au bruit ambiant est évalué selon la formule suivante :

$$L_x = 10 \log_{10} [(1/100) \sum f_i 10^{L_i/10}]$$

$$L_e = P + 10 \log_{10} \{[(0,0014 m) 10^{(L_i + 5)/10}] + 10^{L_x/10}\}$$

Où L_e = le niveau du bruit au point d'évaluation du bruit ;

L_x = le niveau équivalent de bruit

Et le niveau d'expositions du bruit des travailleurs est lié à leur travail réel lors d'une journée de travail.

Il sied de signaler que le bruit pendant la construction est temporaire alors que le pendant les opérations est susceptible d'être permanent et les mesures de gestion.



Photo 31: Le placement des appareils de la mesure du bruit dans les différents endroits du site de Kamoia

Tableau 84: Niveau du bruit ambiant en surface

Lieux	UTM		Sources du bruit ou opérations	Analyses bruits en dBA			Vitesse du vent m/s	Humidité %	Observations
	Lat.	Long.		L _i	L _x	L _e			Activités environnantes
ISRAEL	308402	8803620	Trafic +	56,1	54,896	73,9719979	1,7	39,5	Infrastructures de KANSONKO à ±1km, Route
KAPONDA 1	307007	8802149	Trafic +	58,4	56,641	75,3320395			Infrastructures de KANSONKO à ±1km, Route
KAPONDA 2	306118	8800582	Trafic +	52,6	52,099	71,6991436	2,4	45,4	A ±1km au SE de la route centrale
MUVUNDA	304868	8811754	Trafic +	56	54,819	73,9106163	2,7	54	A ± 2 km au Nord des infrastructures de KAKULA
SAMUKOKO	298995	8798091	Trafic +	54,7	53,799	73,0943866	2,6	49,4	Un portail W de KAKULA, un ventilateur seront installés a moins de 1km au SE
CITE MASEKA	297792	8796606	Trafic +	56	54,819	73,9106163	2,9	45,3	2 ventilateurs seront installés à moins de 500m
FERME MPESE-MOYA	297226	8795917	Trafic -	44,7	45,031	65,3671971	2,1	43,2	2 ventilateurs seront installés à moins de 1km
KAMISANGE	294118	8795867	Trafic -	46,2	46,464	66,7278628	1,6	41,1	4 ventilateurs seront installés à moins de 1.5km
KAVUMA	292553	8795659	Trafic -	49,1	49,108	69,1313357			2 ventilateurs seront installés à moins de 1km
TSHIMBUNDJI	290898	8794083	Trafic -	47,1	47,302	67,503981			Situé à 1.5km au SE de KAKULA W
CONCENTRATEUR KANSOKO			Trafic +	45,9	46,181	66,4626415			

Lieux	Lat.	Long.	Sources ou opérations	Analyses bruits en dBA			Vitesse du vent m/s	Humidité %	Observations
				L _i	L _x	L _e			Activités environnantes
MUNDJENDJE	310648	8804938	Trafic +	50,6	50,415	70,2721746	1,2	43,1	A moins de 200m de la nouvelle Route vers l'aéroport
LONDORINO	311507	8050290	Trafic +	48,1	48,215	68,3337061	1,8	43,8	A moins de 300m au N de la nouvelle

									Route vers l'aéroport
MUPENDA 1	314560	8806525	Trafic +	54,6	53,719	73,0301537	1,4	47,7	Installation de stockage des résidus et à moins de 200m au N de la nouvelle Route vers l'aéroport
MUPENDA 2	315289	8805740	Trafic +	46,1	46,37	66,6398265	1,2	50,9	Installation de stockage des résidus et à moins de 200m au N de la nouvelle Route vers l'aéroport
KAKUNTA	316660	8805225		51,4	51,096	70,8552481	0,8	57,6	A moins de 200m de la nouvelle Route vers aéroport
MUSULU	317177	8805316		46,1	46,37	66,6398265	0,9	55	A moins de 300m de la nouvelle Route vers l'aéroport
KAKISA	317866	8805456		50,3	50,157	70,0490895	0,2	52	A moins de 400m de la nouvelle Route vers l'aéroport
PLACIDE KATAYI	308594	8808574		54,5	53,64	72,9657083	1,2	32	A moins de 500m: Camp Kamoia et infrastructures des matériaux de construction
CHINDECHINDE	306824	8808678		47,9	48,034	68,1704001	1,4	39,8	A 1km Ouest du camp Kamoia et sur la Mine 1
KYAMADINGI	313204	8810790		54,3	53,48	72,8361748	2,6	54	A ± 500m NE de la mine 2
WIRI	314820	8809381		50,8	50,586	70,4195376	2,9	50,8	A ± 800m E de la mine 2
KANGASO	315628	8810077		50,6	50,415	70,2721746	2,8	52,4	A ± 2.5 km NE de la mine 2
CITE MUSOKA	307601	8812052		42,3	42,634	62,9927891	3,1	36,4	Sur la mine 3
MUZEYA	306612	8812189		45,1	45,418	65,7386594	1,5	43,1	Sur la mine 3

Lieux	Lat.	Long.	Sources ou opérations	Analyses bruits en dBA			Vitesse du vent m/s	Humidité %	Observations
				L _i	L _x	L _e			Activités environnantes
VENANCE	305673	8811749		47,2	47,394	67,5884625	1,5	47,4	A ± 100m W de la mine 3
MAWAWA	303687	8810138		43,8	44,147	64,5070524	0,4	51,7	A ± 2.5km SW de la mine 3
KAMOA MISSION	307177	8812977		55,8	54,663	73,7872632	0,6	35,7	A la limite N de la mine 3
TSHIWISHA	307772	8813672		59,9	57,743	76,1692124	3,0	37,2	A la limite SW de la mine 4

BENKENI	306763	8814670		56,3	55,051	74,0941769	3,1	38,2	A ± 100m W de la mine 4
CAMP DES AGENTS				39,3	39,439	59,6122654			Mesures faites la nuit
				43,8	44,147	64,5070524			Mesures faites le jour
PORTAIL KAKULA NORD	303048	8396130	devant ventilateurs ²	72	65,733	81,807988	2,8	42,4	les ventilateurs sont en sub-surface
			Derrière ventilateurs ²	65	61,291	78,7628044	2,1	46,1	Une platebande contourne le Portail
AMMENAGEMENT DES TRAVAUX EN SURFACE DE KAKULA	302677	8795930	Garage, shaft, offices,	64,7	61,09	78,6199828	4,5	53,2	parking et une route passe autour du site
PORTAIL KAKULA SUD	300135	8793416	1 ventilateur, 2 groupes électrogènes, 1 pompe à l'entrée de la galerie	88	74,448	87,2413576	0,9	47,3	aménagement des installations de stockage à ± 200m et un parking des engins a cote

Lieux	Lat.	Long.	Sources ou opérations	Analyses bruits en dBA			Vitesse du vent m/s	Humidité %	Observations
				L _i	L _x	L _e			Activités environnantes
ESPACE DE L' USINE/ SHAFT VENTILATION	301980	8795702	RAS	45	45,321	65,6463993	1,8	48,7	VEGETATION RASEE
FID 1	304459	8794027		40 A 43	40 A 43	60 A 63			RAS
FID 3	302966	8794635							
FID 5	304187	8793087							
FID 7	303520	8794194							
FID 9	300118	8796256							
FID 11	297374	8795163							
FID 13	298043	8796385							
FID 15	298986	8796600							

FID 17	299719	8794713							
FID 19	300941	8795813							
FID 21	301514	8794065							
FID 23	301681	8795474							
FID 25	301845	8793459							
FID 27	302433	8795027							
FID 29	300454	8794451							
FID 31	303187	8793056							
FID 33	298937	8794815							
FID 35	301859	8794800							
FID 37	302278	8793199							

Les valeurs d'analyses des bruits aux niveaux des communautés locales du périmètre d'étude présentent une certaines fluctuations des résultats d'une part, fonction du paramètre vitesse de vent et de l'autre part, fonction du type de la couverture végétale environnante.

Ainsi les résultats Lx et Le montrent qu'ils sont plus faibles au niveau des communautés locales enclavées dans une flore des grands arbres touffus et au niveau des communautés locales sur un sol dénudés (végétation rasée) sauf en cas d'une source sonore anthropique temporaire à proximité.

Par contre, ces résultats sont hausses lors que nous avons mesurés les fortes vitesses du vent au niveau des communautés localisées dans les régions dont la couverture végétale était feuillue arbustive.

Retenons que le climat sonore ambiante du périmètre d'études, est directement proportionnelle à la vitesse du vent lorsque la végétation est feuillue arbustive claire autour des communautés locale ; et inversement proportionnelle lorsque la végétation est dense et haute, constituant ainsi une bonne barrière sonore.

Tableau 85: Niveau du bruit ambiant dans la mine souterraine de KANSOKO

Lieux	Sources ou opérations	Analyses bruits en dBA			Vitesse du vent m/s	Humidité %	OBSERVATIONS
		L _i	L _x	L _e			Activités environnantes
CD/XC5/RE180	pas des engins, ni opérations minières, une jeep fait une ronde pour la suivi des pompes d'exhaure	72,5	66,034	82,0066738	0	75,7	SUINTEMENT, SUMP BACK
CD/PUMP1		79,9	70,255	84,7077246	0		POMPE
CD/RE 157		79,2	69,873	84,4697248	0	77	SUMP+POMPE
CD/RE 186		74	66,923	82,5894809	0	85,5	SUMP
CD/XC2/ RE 9		73,8	66,806	82,5128941	0		SUMP1
RE 199		75,1	67,564	83,004753	0		STATION ELEC
SD/PUMP 1		66,9	62,543	79,6420479	0		
SD /SP2		66	61,954	79,2309024	0		POMPE
SD /SP3/ XC3		74,2	67,04	82,6657306	0		TANK-POMPE RELAIS
SD/XC5		71,4	65,37	81,5665455	0	75,7	TANK
SD/RE253		71,1	65,187	81,4445651	0		
XC4/RE143		72	65,733	81,807988	0		

Le climat sonore de la mine de Kansoko est marqué par des valeurs qui caractérisent un bruit étourdissant dont sa source est anthropique et directement liée aux machines qui tournent 24h/24 et/ou à tour de rôle pour assurer la vie même de la mine.

Ces valeurs sont au-dessus du seuil de sécurité pour un mineur sans équipement de protection et commencent à baisser dès lors que nous quittons le portail pour se retrouver vite avec un climat sonore ambiant de la surface.

Tableau 86: Niveau du bruit ambiant dans la mine souterraine de KAKULA Nord

Lieux	Sources ou opérations	Analyses bruits ambiant en dBA			Vitesse du vent m/s	Humidité %	Observations
		L _i	L _x	L _e			Activités environnantes
FRONT BL2	JUMBO	84	72,428	86,0380718	0	83	FORAGE
CD/SP8	BOGGER TR01	94	77,313	88,89661	0	83,4	DESTOCKAGE ET NETOYAGE
FRONT TOP ACCES BBTE	JUMBO BM01	97	78,677	89,6656692	0	99,1	BOULONNAGE OU SOUTENNEMENT+ POMPE D'EXHAURE
FRONT BELT EAST	JUMBO M2C	94	77,313	88,89661	0	80	FORAGE
XC2 BELT	SONDEUSE	84	72,428	86,0380718	0		TITAN DRILLING
ACCESS DRIVE TOP	BOGGER + BEN	93,5	77,081	88,7648551	0	79,8	CHARGEMENT
AD2 FACE	CHARMEC NORMET	88	74,448	87,2413576	0	80,3	
AD1	JUMBO	97,2	78,767	89,7156799	0	77,6	SOUTENNEMENT
CARREFOUR A		83,9	72,376	86,0068477	0		RAS
CARREFOUR B	BOGGER+ BEN	94	77,313	88,89661	0	89	CHARGEMENT
CARREFOUR F		86,8	73,852	86,8894275	0		RAS
CARREFOUR E	CISEAU LIFT NORMET	68	63,251	80,1320865	0	68	MOTEUR ALLUME EN AVAL

Les valeurs L_x et L_e des différentes stations des mesures sonores, sont de loin, les plus tiquantes. Et ce n'est pas étrange pour une mine souterraine en pleine développement et surtout pour le nombre élevée des machines, pompes, engins au front, de chargement et déchargement, d'extraction et de transport (dbA attribuable aux engins, tableau ci-dessous). Tous ceux-ci émettent un certain nombre d'onde acoustique devant se propager dans les galeries de la mine. Ces bruits n'ont pas assez de trajectoire a parcourir pour espérer une atténuation avant d'atteindre les mineurs qui doivent être obligatoirement être bien équipées pour se protéger.

3.2.2.5.5. Analyse statistique

Le son et le signal audio sont enregistrés pour aider à déterminer la provenance des bruits d'impacts et autres événements (circulation, activité humaine, bruits de proximité etc.).

En ce qui concerne les termes correctifs, ceux-ci sont évalués au point d'évaluation lors de la mesure du bruit ambiant. Si plus d'un terme correctif est applicable à une source sonore, seul le plus élevé est retenu pour évaluer le niveau acoustique d'évaluation.

a. Mine de KANSOKO

Caractéristiques:

- Deux principales galeries principales et parallèles,
- La ventilation est en veille,
- Pompe d'exhaure et sous station électrique en marche et,
- Pas d'engins en activité ni d'opérations minière en cours.

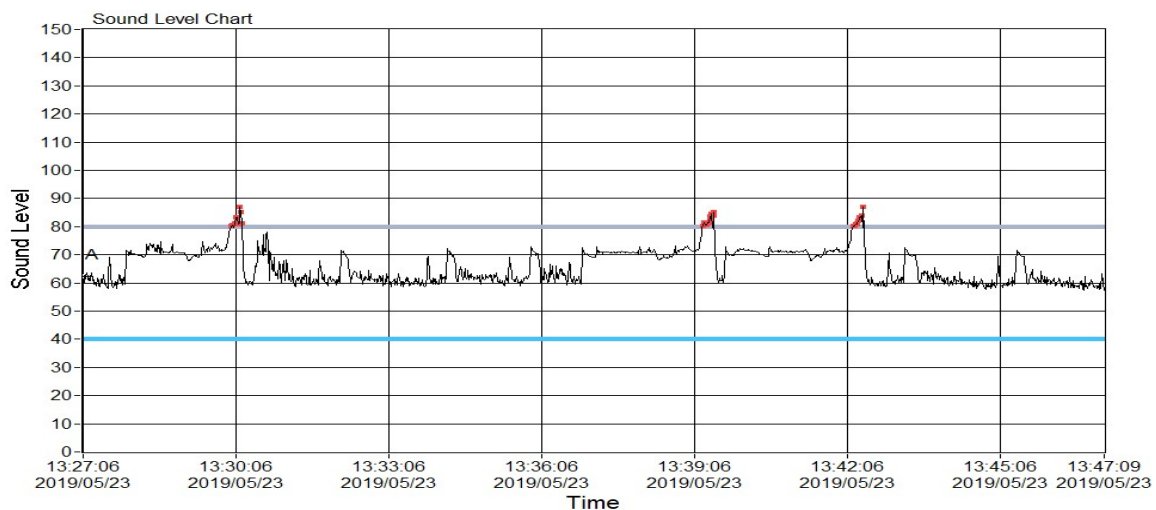


Figure 52: Variation du Bruit émis par une pompe d'exhaure à régime intermittente dans un SUMP

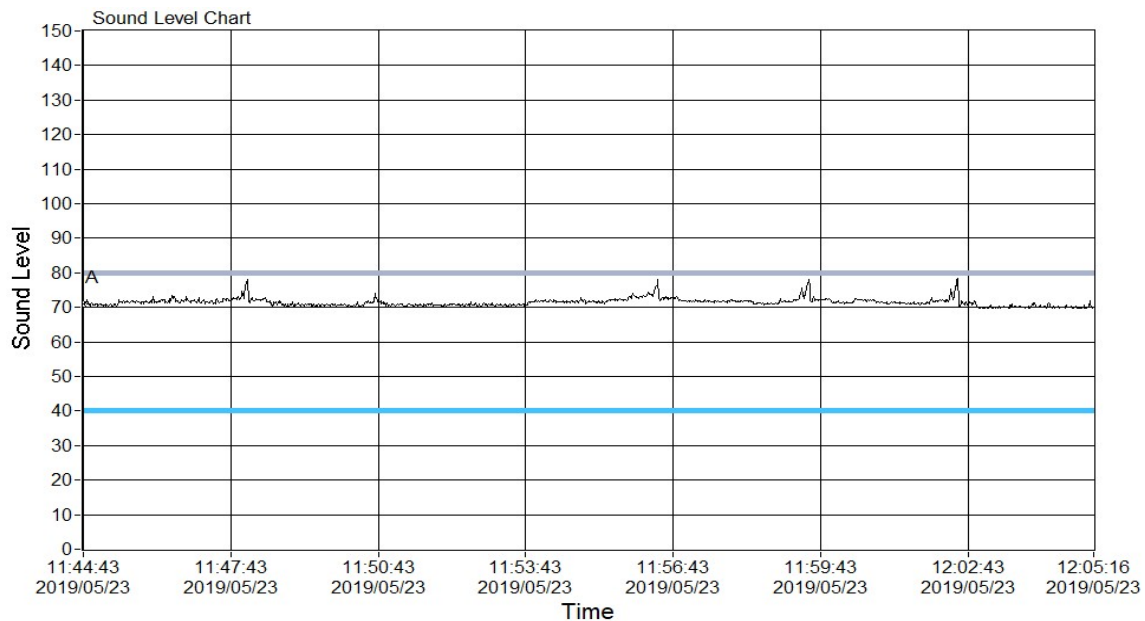


Figure 53: Bruit ambiant moyen dans les galeries de KANSOKO

b. Mine de KAKULA NORD

Caractéristiques : La ventilation (3 ventilateurs de 52 m³/s et de puissance de 90 et 110 Kw) est en marche, pompe d'exhaure en marche, machine électrique en marche, engins en opérations et travaux réguliers des mines.

Tableau 87: Les valeurs mesurées à la mine de Kakula nord

N°	ENGINS	dBA attribuable
1	JUMBO (ATLAS ET SANDVIK)	90 – 110
2	CHARGEUSE BOGGER	90 -100
3	BEN HOWO	90 -100
4	MALAXEUR	80 – 95
5	GUNITEUSE	80 – 95
6	FORKLIFT	80 – 95
7	CAR EMULSION	80 – 95
8	NORMET	85 – 90
9	VENTILATEUR	±100

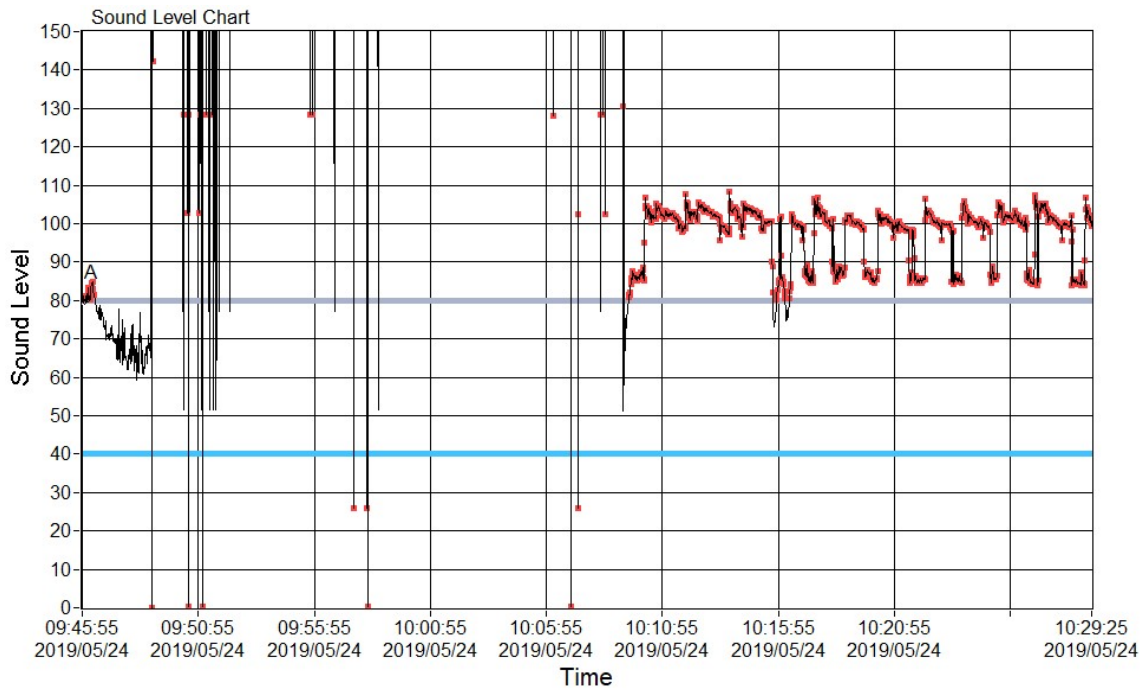


Figure 54: Bruit attribuable à un jumbo en pleine forage au front

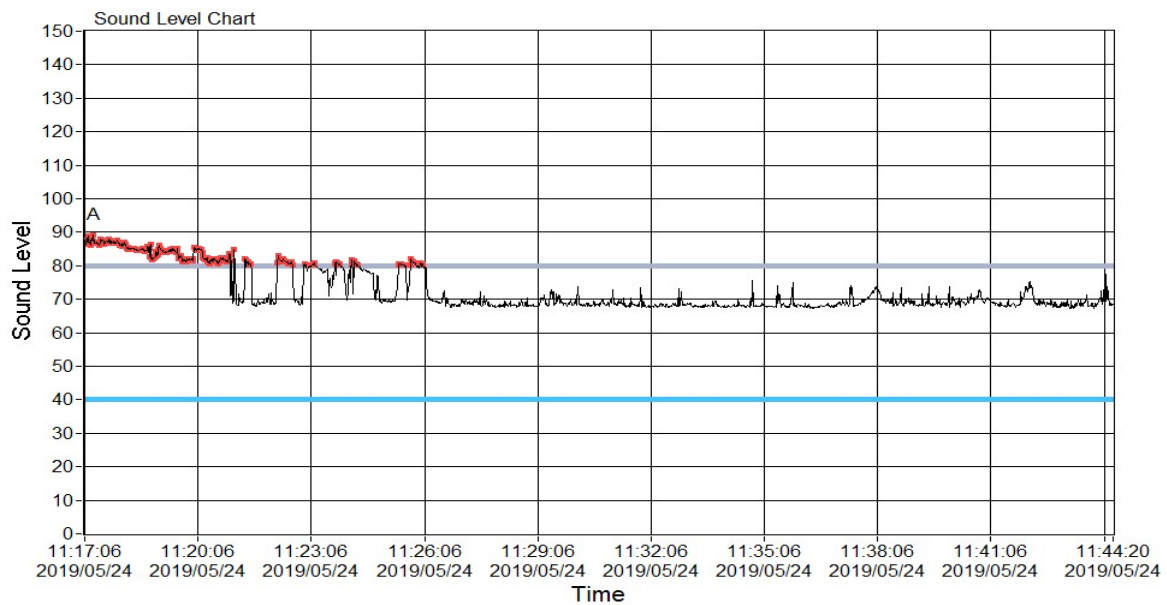


Figure 55: Au front (bruit attribuable à un jumbo juste au front en pleine boulonnage) vers une connexion à 50 m dans la galerie (bruit ambiant)

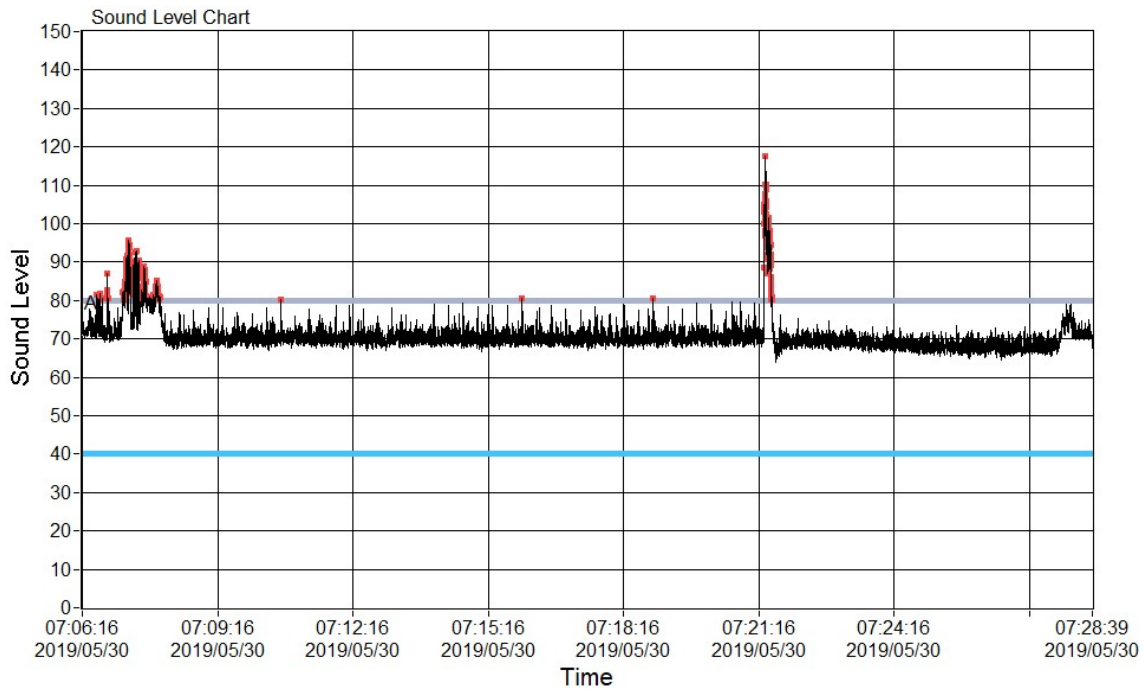


Figure 56: Bruit ambiant moyen sous la mine (travaux minier à l'arrêt) avec une crête qui représente niveau du minage perçu à 4 galeries plus loin du front de minage, formant 2 angles droits

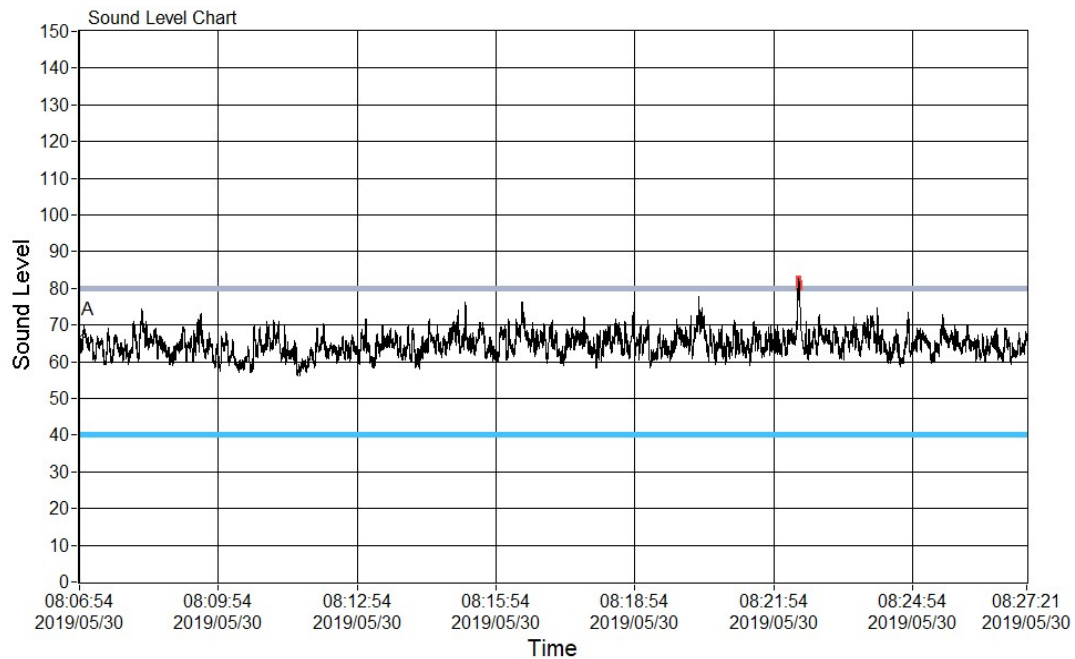


Figure 57: Bruit attribuable aux travaux effectués dans l'enceinte des infrastructures de KAKULA en surface

c. Camp KAMOA

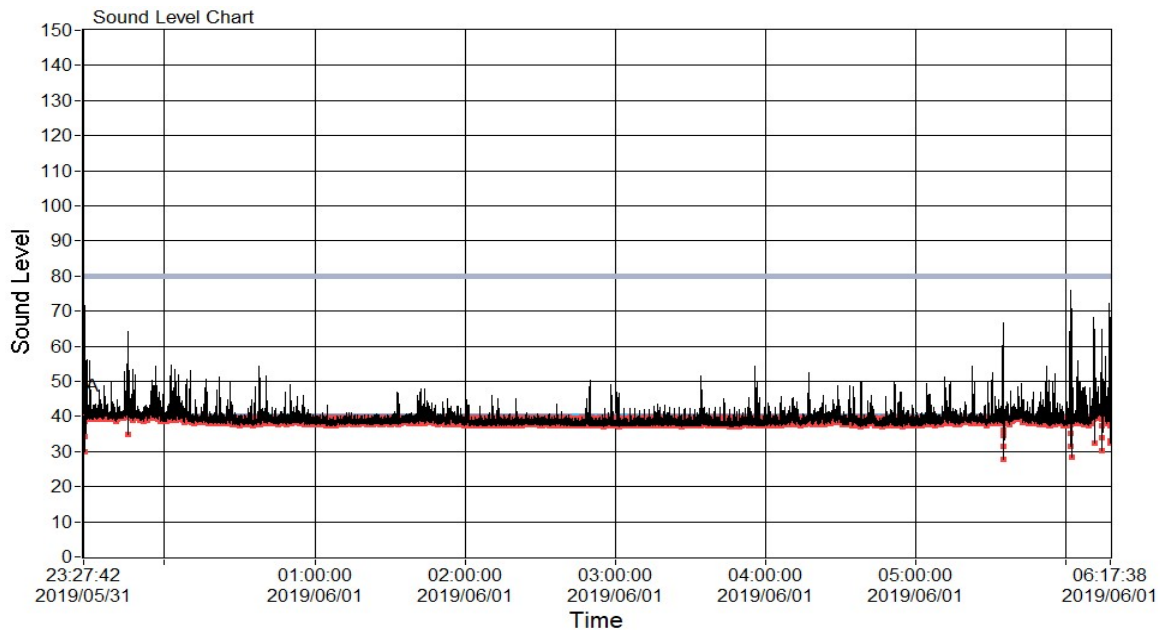


Figure 58: Niveau de Bruit ambiant dans le secteur de KAMOA pendant la nuit, quand les opérations principales sont arrêtées

3.2.2.2.6. Les vibrations

L'objectif général de cette évaluation est d'identifier le niveau de vibration sol de fond et les différents niveaux des vibrations causés par le Projet. Bien que les sources vibratoires parmi une gamme d'équipements miniers puissent potentiellement avoir un effet néfaste sur la santé des opérateurs, l'étude va évaluer les vibrations conformément à l'article 48 de l'Annexe XIII du règlement minier sur les méthodes de mesure des vibrations.

A cet effet, les opérations d'exploitation minière ou de carrières ne doivent pas émettre des vibrations dont la vitesse évaluée au sol de toute habitation résidentielle, école ou hôpital ou de tout puits artésien est supérieure à 1,25 cm/s.

3.2.2.2.6.1. Appareillage

Le vibromètre Model TMV110 Portable a été utilisé lors de cette campagne dans le périmètre d'étude.

Il mesure avec un capteur piézoélectrique (transducteur) les marges suivantes :

- Acce : 0.1 m/s² ~ 199.9 m/s² (peak) ;
- Velo : 0.01 cm/s ~ 19.99 cm/s (RMS) ;
- Disp : 0.001mm ~ 1.999mm (peak-peak).

3.2.2.2.6.2. Mesure des vibrations sur site et caractérisation des sols

Afin d'étudier les phénomènes liés à l'émission et la propagation d'ondes et de vibrations dues au Projet, il est indispensable de mener des campagnes de mesure sur le terrain. Elles permettent d'appréhender la réalité dans toute sa complexité, mais elles combinent donc simultanément toutes les incertitudes concernant les caractéristiques de la source (interaction, structure, etc.), les différents sols traversés et les hétérogénéités éventuellement présentes sur le trajet de propagation des ondes (cavités, formations géologiques particulières, irrégularités topographiques, etc.). Les mesures in situ permettent une évaluation locale réaliste des principaux phénomènes en jeu.

L'indicateur vibratoire utilisé est la valeur de vitesse particulière enregistrée par point de mesure sur la plage 1-150 Hz. Les paramètres influents analysés sont : la distance à la source, la nature géologique du sol support, le type de choc-source.

Tableau 88: Valeurs mesurées dans les communautés locales du périmètre de Projet

N°	Points d'évaluation	Coordonnées			Temps		Vibration	
		UTM E	UTM N	Alt	Date	Heure	Acce	RMS
1	Concentrateur (Aménagements site)	302081	8795882	1405	18/06/2019	10H25	0,45	0,6
2	Trou de ventilation (travaux du site)	301698	8795574	1406	18/06/2019	10H44	0,45	0,65
3	Extrême Ouest à 10m	287815	8792599	1241	18/06/2019	11H20	0,35	0,65
4	MULEMENA	289866	8791989	1331	18/06/2019	11H30	0,45	0,65
5	KIBUNDJI	290898	8794083	1294	18/06/2019	11H45	0,45	0,65
6	KAVUMA	292653	8795682	1353	18/06/2019	11H54	0,45	0,65
7	CAMP KAKULA DRILING	301262	8795062	1411	18/06/2019	13H07	0,45	0,65
8	KAMISANGE	294111	8795869	1367	18/06/2019	13H38	0,4	0,65
9	MPESE MOYA (coté cité MASEKA)	297215	8795944	1389	18/06/2019	13H51	0,45	0,65
10	CITE MANSEKA	297806	8796605	1371	18/06/2019	14H00	0,45	0,7
11	SAMUKOKO	299010	8798092	1349	18/06/2019	14H09	0,45	0,65
12	MUVUNDA	302459	8799091	1391	18/06/2019	14H23	0,45	0,65
13	KAPONDA 2	306131	8800644	1411	18/06/2019	14H44	0,45	0,65
14	BOROWPIT (Rivière LULUA)	306434	8801223	1417	18/06/2019	14H52	0,45	0,65
15	KAPONDA 1	306995	8802145	1449	18/06/2019	15H04	0,45	0,65
16	ISRAEL	308396	8803062	1470	18/06/2019	15H16	0,45	0,65
17	KAMAKALA	318529	8805846	1459	18/06/2019	15H49	0,4	0,6
18	KAKISA	317934	8805467	1464	18/06/2019	15H58	0,4	0,65
19	MUSULU	317247	8805340	1461	18/06/2019	16H06	0,35	0,6
20	KAKUNTA	316667	8805232	1463	18/06/2019	16H13	0,35	0,6
21	MUPENDA 2	315280	8805743	1465	18/06/2019	16H21	0,35	0,6
22	MUPENDA 1	314557	8806526	1467	18/06/2019	16H30	0,35	0,6
23	MUNDJENDJE	311266	8805016	1495	18/06/2019	16H44	0,35	0,6

24	LODORINE	310550	8804923	1489	18/06/2019	16H50	0,35	0,6
25	KATAYI	308574	8808567	1447	18/06/2019	17H09	0,35	0,6
26	KALUNDU (EXTREME NORD)	308599	8820512	1376	19.06.2019	12H12	0,35	0,6
27	KAYA 2	313025	8814322	1501	19.06.2019	12H42	0,35	0,7
28	KYAMADINGI	313218	8810756	1495	19.06.2019	13H00	0,4	0,65
29	KANGASO	315629	8810083	1459	19.06.2019	13H18	0,45	0,65
30	WIRI	314794	8809405	1471	19.06.2019	13H27	0,45	0,7
31	MAWAWA	303687	8810114	1395	19.06.2019	14H30	0,45	0,65
32	VENANCE	305660	8811745	1361	19.06.2019	15H00	0,45	0,65
33	MUZEYA (Produits de foration)	306614	8812191	1404	19.06.2019	15H10	0,45	0,65
34	TSHIWISHA	307767	8813665	1431	19.06.2019	15H33	0,45	0,65
35	BENKENE	306763	8814669	1327	19.06.2019	15H58	0,45	0,65
36	KAMOA MISSION	307174	8812976	1399	19.06.2019	16H16	0,45	0,65
37	CITE MUSOKA	307309	8812385	1408	19.06.2019	16H34	0,35	0,65
38	DJOSAYI	309393	8812166	1449	19.06.2019	16H49	0,45	0,6
39	TSHINDITSHINDE	306861	8808677	1444	19.06.2019	17H12	0,45	0,65
	Moyenne						0,42	0,64

Tableau 89: Infrastructures minières et aménagements projetés

N°	Point d'évaluation	Coordonnées			Temps		Vibration	
		UTM E	UTM N	Alt	Date	Heure	Acc	Vit
1	Portail d'entrée Mine 4	305303	8815508	1317	20.06.2019	9H33	0,35	0,6
2	Parking Camp KAMOA	309200	8809309	1478	20.06.2019	11H45	0,35	0,6
3	Stockage des stériles KANSOKO	307891	8804766	1470	20.06.2019	13H09	0,35	0,65
4	ENV 3				20.06.2019	15H28	0,35	0,6
5	ENV 2	306326	8797650	1424	20.06.2019	15H48	0,45	0,7
6	ENV 1	306027	8796119	1422	20.06.2019	16H10	0,45	0,65
7	DILUNGU près d' ENV 5	307936	8795191	1461	20.06.2019	16H27	0,35	0,65
8	EXTREME SUD 1	296012	8786223	1297	24.06.2018	10H57	0,35	0,55
9	Ferme TANDELA	295058	8786780	1298	24.06.2019	11H09	0,35	0,6
10	SURFACE ENTREE DE LA MINE SUD	300184	8793430	1355	24.06.2020	12H56	0,45	0,65
11	PORTAIL SUD	300184	8793490		24.06.2021	13H05	0,45	0,7
12	SITE DES BUREAUX SUD	300379	8793544	1369	24.06.2024	13H40	0,35	0,6
13	CONCASSER SUD	300019	8793610	1358	24.06.2025	13H49	0,45	0,65
14	STOCKAGE STERILE SUD	300368	8793891	1372	24.06.2026	14H00	0,45	0,7
15	PARCKING KAKULA	302960	8795833	1426	24.06.2027	14H16	0,45	0,7
16	STOCKAGE MINERAI KAKULA	303182	8796264	1413	24.06.2028	14H50	0,05	0,75
17	SITE EXTERIEUR KAKULA	302822	8795654	1414	24.06.2030	15H30	0,45	0,7
18	CAMP TRAVAILLEURS	303891	8796181	1413	24.06.2031	15H37	0,45	0,65

	KAKULA							
19	moyenne							0,65

Les valeurs mesurées à différentes stations des communautés locales, montrent une faible propagation des ondes vibratoires dans le sol. L'accélération moyenne de la région étant de 0.42 m/s² et une vitesse moyenne de 0.62 cm/s, sont typique des ondes micro-vibratoires superficielles dus aux résistances des racines d'arbres, des pieux des lignes électriques,...ou des marches d'humains ou des vibrations continues très lointaines inconnues.

Partout où il y avait eu des travaux des constructions (infrastructures), les accélérations avaient comme valeur majoritairement 0.45 m/s² du surement aux vibrations induites des machines utilisées.

Ces valeurs sont significatives et n'ont aucun impact environnemental.

Tableau 90: Mines

MINES SOUTERRAINES	ACCE	RMS	observations
KANSOKO			
Front mine de KANSOKO	0,45	0,65	RAS
XC6-SD SP6	0,35	0,6	RAS
XC4-SD SP4 (groupe et pompe)	0,5	0,95	groupe et pompe
Entrée de la mine de KANSOKO	0,35	0,65	ventilation
		0,7125	
KAKULA SUD			
SP1		0,8	pompe
FRONT SUD		1,1	boulonnage
		0,95	
ENGINS			
JUMBO		1,5	MOTEUR ALLUME
JUMBO		1,8	FORAGE AU FRONT
		1,65	
KAKULA			
ADRT/TOP ACCESS		0,7	RAS
ADT04		0,7	RAS
AD1		0,8	Sondage
AD2 31		0,9	Chargement
AD1/SDT		0,9	Chargement
AD2/P DRIVER		0,8	Gunitage
SSL		0,8	RAS
		0,8	
SAUTAGE ou MINAGE		0,8	a la sortie de la mine de KAKULA +/- 1,5km

Dans les trois mines, nous avons utilisées 3 méthodologies différentes pour avoir une idée complète.

Dans la mine de Kansoko, les valeurs mesurées ont une tendance à ressembler aux caractéristique type d'ondes superficielles alors que cette fois, c'est en profondeur et quelques machines tournent sauf les engins mais, une valeur mesurée a cote de la

groupe électrogène-pompe aménagée sur une plate-forme bétonnée qui a su induire sa vibration dans les roches environnantes.

Dans la mine de Kakula sud, l'inclinée étant courte dans laquelle se trouvaient les pompes, groupes allumées, un jumbo en marche, et les compresseurs de ventilation allumée ; les valeurs mesurées montrent des niveaux de vibration inquiétants à côté de ces machines et engins.

Dans la mine de Kakula, où nous avons la même ambiance qu'à Kakula sud, les mesures ont été faites à une distance raisonnable des sources vibratoires dans la mine et les valeurs du niveau vibratoire qu'on peut considérer comme représentatives de la mine entière ont une moyenne de vitesse égale à 0.8cm/s.

Ces valeurs mesurées en souterraines, où toutes les opérations minières se passent et tous les gros engins opèrent, ne sont pas élevées parce que les ondes vibratoires sont compensées par les propriétés géomécaniques des roches.

3.2.3. Description des sources et cours d'eau

3.2.3.1. Les eaux de surface

Les ressources en eau de surface comprennent des lignes de drainage, des chemins d'écoulement préférentiel, des eaux de ruissellement ainsi que l'acheminement d'eau à la surface. Les Activités liées à la mine ont le potentiel de modifier le drainage des eaux de surface à travers la mise en place de deux infrastructures temporaires (l'usine de traitement et les installations de soutien) et permanentes (comme l'installation de gestion des résidus) et / ou d'entraîner la contamination des ressources en eaux de surface par le biais d'infiltration et / ou de déversement de matériaux de l'usine de traitement, non minéralisés et les déchets minéralisés. Pour comprendre la base de ces impacts potentiels, une analyse de la situation de référence est décrite ci-dessous.

3.2.3.1.1. La collecte des données

Les données utilisées pour déterminer les caractéristiques de l'eau de surface comprennent les données climatiques et les données topographiques.

Les pointes de crue pour le site ont été déterminées en utilisant la méthode rationnelle. Un écart d'implémentation basé sur la feuille de la méthode rationnelle a été appliqué et est basé sur le manuel de drainage. L'inclusion d'une estimation du coefficient de ruissellement, permet l'influence de la pente, la perméabilité du sol, la végétation, et la couverture végétale couplée avec le temps de concentration pour chaque bassin versant permet une estimation plus réaliste de la conception événement pluvieux, durée et fréquence. Une étude de modélisation a été conçue quant à ce.

L'échantillonnage de la qualité de l'eau des plans d'eau de surface dans la zone du permis d'exploitation a été fait en 2017 par Golder et complété maintenant par CEMIC. Des échantillons ont été prélevés dans des bouteilles en plastique de 1 litre. Après échantillonnage, les échantillons ont été envoyés au laboratoire GAC à Lubumbashi pour l'analyse des principaux anions / cations ainsi que l'analyse à l'ICP pour les. L'objectif de ce travail était d'obtenir des échantillons d'eau de surface à des endroits stratégiquement choisis pour avoir des informations de base appropriées sur les eaux de surface avant le début de l'exploitation minière. Les sites d'échantillonnage sont présentés dans la figure 60 ci-dessous.

Les principaux systèmes pérennes de rivières du site Kamoia drainent finalement Nord-Est. Le taux des précipitations relativement élevé et la topographie raide et, qui s'étend tout au long de l'année, bien inférieur entre Mai et Août, a conduit à un réseau dense de cours d'eau des voies préférentielles d'écoulement ainsi que les principaux cours d'eau pérennes et saisonnières.

Les principales rivières et affluents qui gangrènent le site de Kamoia sont les suivantes :

- Tshimbunji ;
- Lulua ;
- Mukanga ;
- Ngulube ;
- Tshimbunji ;
- Mulungwishi ;
- Kibila ;
- kalundu ;
- kamoia ;
- kavula nyama ;
- kifungo ;
- Kibila ;
- Kyansununu ; et
- Kavuma.

3.2.3.1.2. Les caractéristiques des bassins versants

Le Projet se trouve sur la crête d'un plateau qui délimite la partie occidentale du bassin versant du Congo-Zambèze, recouverte de zones humides, de forêts et de savanes boisées qui jouent un rôle important dans la collecte et la réalimentation en eau de pluie des cours d'eau qui se jettent dans les systèmes de drainage du Lualaba, du Kabompo et du Zambèze. Les cours d'eau de l'endroit sont de deux types : pérennes et saisonniers. Les cours d'eau pérennes se distinguent par les forêts-galeries qui les bordent, tandis que les cours d'eau saisonniers coulent à travers dépressions et chenaux dans les forêts Miombo, comme dans les autres types de savanes boisées.

La topographie locale s'incline en direction du nord-ouest, vers la rivière Lulua, le cours d'eau principal dont les affluents drainent dans la zone du Projet. Il y a plusieurs dambos (vallées ouvertes, plates et humides, dépourvues de canaux de drainage nets) et autres caractéristiques de milieux humides dans la zone du Projet. Les cours d'eau principaux dans la zone du Projet sont:

- La rivière Kamoia, à débit relativement faible à sa source, coulant vers le nord-est dans la rivière Mukanga ;
- Le ruisseau Kansoko, un petit cours d'eau intermittent, coule vers l'ouest dans la rivière Mukanga ;
- Le ruisseau Kabulo, un petit cours d'eau, coule vers l'ouest au nord-est de la zone de Kamoia et se jette dans la rivière Mukanga ;
- La rivière Kalundu est un affluent de la rivière Kamoia et coule vers l'ouest dans la rivière Kamoia ;
- La rivière Mukanga coule d'une source dans la forêt de Miombo vers l'ouest et se jette dans la rivière Lulua ;
- La rivière Lulua coule d'une source dans la forêt de Miombo vers le nord et se jette dans la rivière Lufupa ; et
- Tout le drainage de la zone de Kamoia s'écoule dans la rivière Lualaba, un affluent du fleuve Congo.

Echantillonnage des eaux de surface

L'échantillonnage des eaux de surface a été conduit par CEMIC Sarl et les sites d'échantillonnage sont repris sur la figure ci-dessous. Les sites d'échantillonnage des eaux de surface ont été choisis pour étudier la qualité des eaux de surface dans la zone du Projet et plus spécialement de Kakula. Les échantillons ont été prélevés mensuellement et analysés aux Laboratoires GAC à Lubumbashi.

Des échantillons d'eaux de surface ont été prélevés de 20 sites sur une soixantaine des sites identifiés. Près de 40 sites ont été éliminés pendant la campagne.

Les données géolocalisées des points d'échantillonnage des eaux de surface du site KAMCO sont repris dans le tableau 91 ci-dessous.

Tableau 91: Les données géolocalisées des points d'échantillonnage

N°	Rivière	UTM (Est)	UTM (Nord)	Elévation	Observation
1.	masengo	302251	8794053	1349	
2.	tshimbunji	0303166	8791927	1335	
3.	ngulube.	0303302	8792398	1357	Breuvage au village shindano
4.	tshimbunji	0302656	8792312	1334	
5.	tshimbunji	0290843	8793952	1276	aval
6.	mulongwishi	0300565	8799230	1290	
7.	Tshimbunji	0298122	8793046	1307	à évaluer pour prélèvement
8.	Kibila	0298399	8793312	1317	se déverse à Tshimbunji

					voir étang
9.	tshimbunj	0300018	0879342	1318	
10.		0300485	8793319	1335	
11.	mulungwishi	0305362	8796367	1413	amont de la mine
12.	Mbula mema	0305599	8798026	1424	
13.	mukanga	0309222	8808636	1448	envahi du lit d'un mètre par la sédimentation
14.	Lulua.	0306252	8800850	1396	déviation sous la roche
15.	kambuluku	0307341	8799939	1414	
16.	mulungwishi	0310230	87956611	1478	source
17.	mukanga	0306834	8807413	1423	L'eau qui sort de la mine de kansoko et utilisée par la population se jetant ici
18.	Mukanga	0306821	8807448	1397	Aval d'exhaure
19.	mbula mema	0308158	8805040	1459	
20.	kifungo	0307437	8817161	1287	
21.	kalundu	0308116	8192203	1318	
22.	kamoa	0307428	8817004	1287	
23.	kamoa	0307277	8812771	1389	source
24.	mukango	0302638	8811220	1312	présence des sentiments au lit de la rivière
25.	mukango	0290659	8813296	1148	
26.	lulua	0290216	8811710	1150	
27.		0300855	8796849	1349	
28.		0301547 et	8797277 et	1341 et.	Eau créé par un barrage
29.		03048	8797268	1335	idem
30.		302651	8796391	1394	Drainage de la mine kakula
31.	mulungwishi	0301976	8797278	1340	
32.	lulua	0307510	8801137	1407	
33.	luansenge	0309109	8803287	1432	
34.	kabitungu	0312406	8807261	1429	
35.	chamilundu	0315911	8807121	1431	
36.	kalemba	0316150	8805169	1442	
37.	uvumbani	0317526	8805366	1451	
38.	lulu	3221459.	8808027	1451	
39.	kabula nyama	0299495	8800051	1285	se jette à mulungwishi en aval de la ferme
40.	Kaloloa	0295386	8796798	1340	
41.	kabula nyama	0297547	8797083	1364	source1
42.	kabula nyama	0297558	8797118	1330	source2 se jette à lulua
43.	Ferme Willy	02995614	8797016	1367	Ferme willy
44.	Kasupeji	0290188	8797272	1209	vers makoko se jette à tshimbunji
45.	kololoa	0294822.	8797644	1326	
46.	imbolo	0289016	8797368	1195	reçois kasupeji puis se jette à tshimbunji
47.	kaniandwe	286121	8797692	1178	
48.	Kamajiya	0284686	8797937	1165	
49.	Kalala baya	0282869	8790308	1156	
50.	kafulungu	0279992	8799455	1154	

	kamakanda	0278068	8797516	1150	
51.		0276275	8799285	1145	
52.	kamisangi	0294470	8795598	1331	
53.	kamisangi	0294453	8795596	1331	source
54.	Kavuma	0292851	8794929	1311	puit
55.	Kavuma	0292983	8795401	1319	puit
56.	Kavuma	0293287	8795464	1323	source
57.	kamisangi	0294308	8794708	1318	
58.	Ferme associat	0297193	8793113	1311	
59.	Ferme associat	0296837	8793176	1314	
60.	K'yasununu	0300432	8798175	1302	
61.	K'yasununu up	0299602	8796890	1312	
62.	Kamakonde	0299666	8796798	1322	
63.	kalalabaya	0300408	8798075	1301	
64.	kalalabaya	0300854	8796847	1351	



Photo 32: Prélèvement sur les rivière lufupa et Tshimbunji

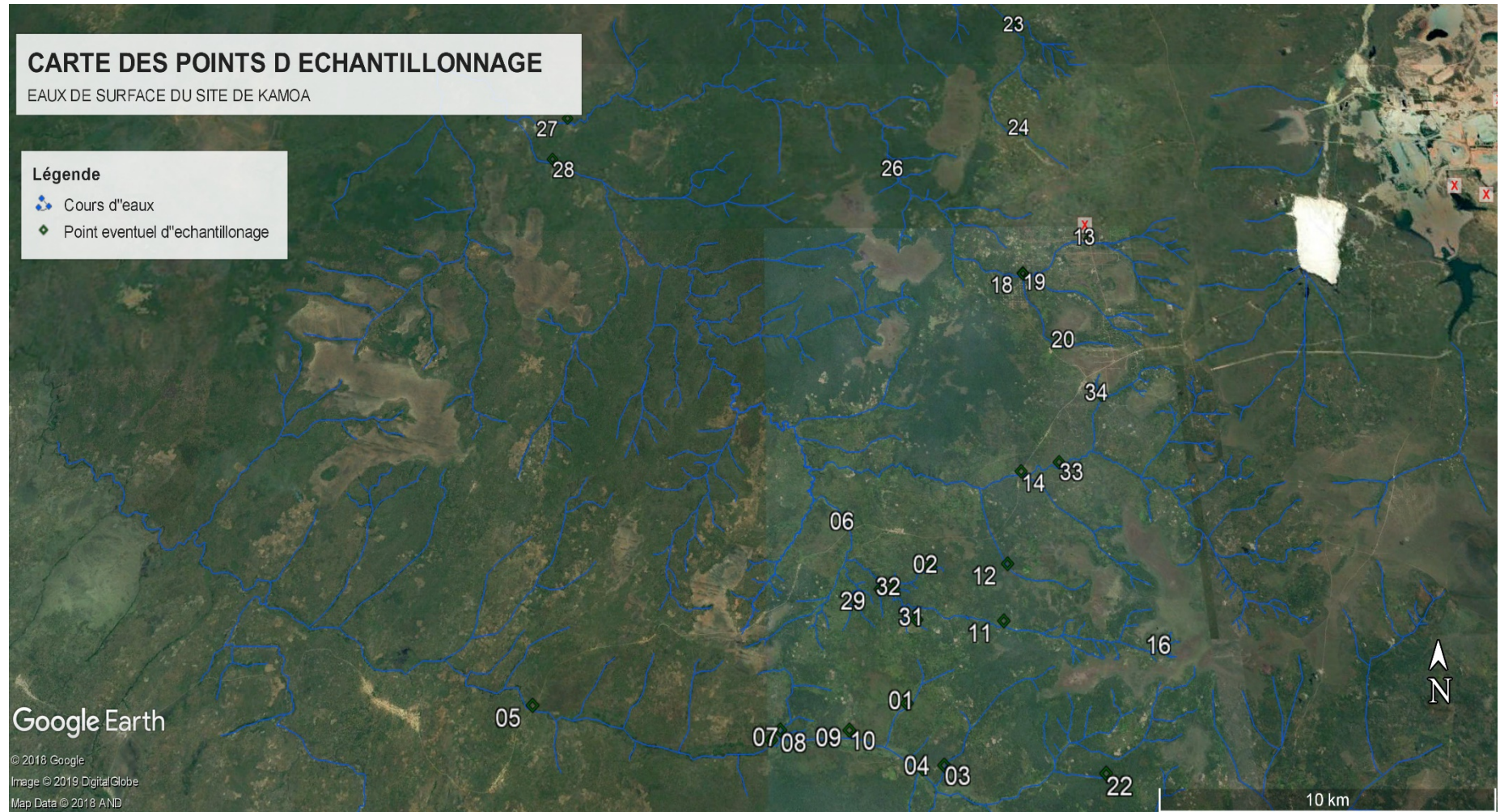


Figure 59: Carte des points d'échantillonnage

Tableau 92: Points d'échantillonnage d'eau

N°	SITE	NOM Rivière	UTM (Est)	UTM(Nord)	Elévation	Observation
1	TBR_SW01	Tshimbunji	303166,00	8791927,00	1335,00	
2	NGR_SW01	Ngulube.	303302,00	8792398,00	1357,00	Breuvage au village shindano
3	TBR_SW01B	Tshimbunji	302656,00	8792312,00	1334,00	
4	TBR_SW02	Tshimbunji	290843,00	8793952,00	1276,00	aval
5	MWR_SW04	Mulungwishi	300565,00	8799230,00	1290,00	
6	KIBR_SW01	Kibila	298399,00	8793315,00	1311,00	se déverse à Tshimbunji voir étang
7	KIBR_SW02	Kibila	298720,00	8794920,00	1346,00	
8	MWR_SW03	Mulungwishi	305362,00	8796367,00	1413,00	amont de la mine
9	KIFR_SW01	Kifungo	307437,00	8817161,00	1287,00	
10	KALR_SW06	Kalundu	308116,00	8192203,00	1318,00	
11	KAMR_SW05	Kamoa	307522,00	8815705,00	1299,00	
12	LUVR_SW17	Luvumbani	317480,00	8804911,00	1446,00	
13	KAVR_SW03	kavula nyama	297558,00	8797118,00	1330,00	source2 se jette à Lulua
14	KAVUR_SW01	Kavuma	292851,00	8794929,00	1311,00	
15	KAVUPR_SW01	Kavuma	292983,00	8795401,00	1319,00	puit
16	KAVUSR_SW01	Kavuma	293287,00	8795464,00	1323,00	source
17	FERMEAS_SW01	Ferme associat	297193,00	8793113,00	1311,00	
18	FERMEAS_SW02	Ferme associat	296837,00	8793176,00	1314,00	
19	KYAR_SW01	Kyansununu	300432,00	8798175,00	1302,00	Down stream
20	KYAR_SW02	Kyansununu	299602,00	8796890,00	1312,00	up stream



Samples Assay Results

26 JUL 2019



PX_No 2619-07
Sample Type WATER
Client CEMIC
Date Received 20-Jul-19
Date Completed 26-Jul-19
Laboratory GAC
Instrument AAS
Lab_Location Kabulamenshi, AV. Tenke, No:88, Lubumbashi
Sample Count 21

l_dl	ppm 0,01	ppm 0,01	ppm 0,01	ppm 0,01	ppm 0,01	ppm 0,01	ppm 0,01	ppm 0,01	ppm 0,01	ppm 0,01	ppm 0,01
SAMPLE ID	Cu	Co	Fe	Mn	Ca	Mg	Al	S	Ni	Pb	Zn
KALOR_SW01 17/07/19 13H42	<0,01	<0,01	1	0.23	29,65	2.05	12	1.72	<0,01	<0,01	<0,01
TBR_SW01 16/07/19 13H42	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	32,56	3,15	10	12,35	<0,01	<0,01	<0,01
KIBIR_SW01 16/07/19 16H54	<0,01	<0,01	2.43	0.01	52,31	1.81	4	10,564	<0,01	<0,01	<0,01
KYAR_SW01 17/07/19 15H06	<0,01	<0,01	<0,01	1	36,549	1,568	7	9,564	<0,01	<0,01	<0,01
MWR_SW01 18/07/19 12H00	<0,01	<0,01	<0,01	0	10,236	2,651	8	10,89	<0,01	<0,01	<0,01
KAVUR_SW02 16/07/19 14H15	<0,01	<0,01	<0,01	0	14,235	3,546	15	11,568	<0,01	<0,01	<0,01
KIBIR_SW01 16/07/19 16H29	<0,01	<0,01	<0,01	0	52,326	4,598	16	12,564	<0,01	<0,01	<0,01
KAVUP_SW01 16/07/19 14H55	<0,01	<0,01	<0,01	0	34,265	6,543	10	8,7956	<0,01	<0,01	<0,01
KAMISP_SW01 16/07/19 16H00	<0,01	<0,01	<0,01	0	46,213	5,321	11	10,497	<0,01	<0,01	<0,01
MWR_SW03 16/07/19 17H30	<0,01	<0,01	<0,01	1	28,325	4,126	8	9,546	<0,01	<0,01	<0,01
MR_SW04 18/07/19 10H06	<0,01	<0,01	<0,01	2	14,235	4,879	21	10,235	<0,01	<0,01	<0,01
KAVUR_SW02 17/07/19 14H28	<0,01	<0,01	<0,01	0	28,897	10,654	9	7,125	<0,01	<0,01	<0,01
KAVUR_SW01 17/07/19 10H41	<0,01	<0,01	<0,01	0	40,326	7,234	5	6,598	<0,01	<0,01	<0,01
KAVUR_SW01 16/07/19 15H22	<0,01	<0,01	<0,01	0	30,45	2,583	4	12	<0,01	<0,01	<0,01
KAMR_SW04 18/07/19 15H10	<0,01	<0,01	<0,01	1	22,986	4,235	11	7,913	<0,01	<0,01	<0,01
TBR_SW01 17/07/19 11H51	<0,01	<0,01	<0,01	2	34,26	10,654	9	9,508	<0,01	<0,01	<0,01
LR_SW06 17/07/19 15H54	<0,01	<0,01	<0,01	0	18,235	4,659	7	4,658	<0,01	<0,01	<0,01
MBUR_SW16 18/07/19 10H56	<0,01	<0,01	<0,01	1	53,64	2,568	6	10,235	<0,01	<0,01	<0,01
MWR_SW04 17/07/19 10H18	<0,01	<0,01	<0,01	1	42,358	3,819	0	0,9856	<0,01	<0,01	<0,01
NGUR_SW01 17/07/19 12H05	<0,01	<0,01	<0,01	0	39,256	1,568	2	13,54	<0,01	<0,01	<0,01
KAMBR_SW01 17/07/19 16H16	<0,01	<0,01	<0,01	1	40,378	3,546	1	1,235	<0,01	<0,01	<0,01

Figure 60: Les résultats des analyses des échantillons



PX_No 2619-07
 Sample Type WATER
 Client CEMIC
 Date Received 20-Jul-18
 Date Completed 26-Jul-19
 Laboratory GAC
 Instrument PCSTester
 Lab_Location Kabulamenshi,AV.Tenke,No:88, Lubumbashi
 Sample Count 21

SAMPLE ID	pH	TDS ppm	TSS ppm	Cond µs	Salt %
KALOR_SW01 17/07/19 13H42	6.57	11	10	15	0,00
TBR_SW01 16/07/19 13H42	8.78	177	12	250	0,00
KIBIR_SW0I 16/07/19 16H54	5.69	8	20	11	0,00
KYAR_SW0I 17/07/19 15H06	7,29	56	4	81	0,00
MWR_SW0I 18/07/19 12H00	5,74	3	11	4,3	0,00
KAVUR_SW02 16/07/19 14H15	5,21	7	41	10	0,00
KIBIR_SW0I 16/07/19 16H29	7,71	231	5	325	0,00
KAVUP_SW0I 16/07/19 14H55	4,81	10	8	13	0,00
KAMISP_SW0I 16/07/19 16H00	5,58	25	12	36	0,00
MWR_SW03 16/07/19 17H30	7,24	50	3	63	0,00

MR_SW04 18/07/19 10H06	6,31	9	-2	13	0,00
KAVUR_SW02 17/07/19 14H28	7,36	53	7	75	0,00
KAVUR_SW0I 17/07/19 10H41	6,75	24	6	34	0,00
KAVUR_SW0I 16/07/19 15H22	5,08	9	7	13	0,00
KAMR_SW04 18/07/19 15H10	5,1	8	3	11	0,00
TBR_SW01 17/07/19 11H51	8,66	149	27	210	0,00
LR_SW06 17/07/19 15H54	7,09	6	43	8	0,00
MBUR_SW16 18/07/19 10H56	4,79	7	11	9	0,00
MWR_SW04 17/07/19 10H18	7,65	119	10	167	0,00
NGUR_SW0I 17/07/19 12H05	7,1	32	56	45	0,00
KAMBR_SW0I 17/07/19 16H16	6,93	14	23	21	0,00

Analysed by
KABWE.S
Lab Chemist
[Signature]
26/19
07



Verified by
NKULU ERICK
DT
[Signature]

Figure 61: Les résultats des analyses des échantillons

❖ **Interprétation des résultats des analyses des eaux de surface**

Les résultats des analyses des eaux de surface pour tous les sites d'échantillonnage sont indiqués ci-dessous et ceux-ci sont comparés aux normes de l'Organisation Mondiale de la Santé pour l'eau potable. Il n'y a à présent aucune norme pour l'eau potable en RDC.

Tous les résultats montrent que les paramètres analytiques des eaux de surface sont bien en-dessous des normes de l'OMS pour l'eau potable.

L'analyse des échantillons d'eau indique que :

- Le pH pour tous les sites varie de 4.81 (KAVUP SW01 – Rivière Kavuma, bief inférieur) à 8.78 (TBR SW01 – Rivière Tshimbunji, bief supérieur) pendant l'échantillonnage de juillet 2019 ;
- quantité très négligeable dans les échantillons prélevés sur toute la zone du Projet de nitrite, cuivre, cobalt, fer, nickel, plomb, zinc, cobalt. Il est recommandé que ces paramètres soient échantillonnés trimestriellement pour une mesure supplémentaire étant donné que l'on ne s'attend pas à ce que ces paramètres varient de manière significative dans les futurs échantillons d'eau.
- Tous les sites de mesure des eaux de surface contenaient du soufre, magnésium et calcium. Le niveau le plus élevé en soufre (12,35 ppm – TBR SW01 rivière Tshimbunji), en magnésium (10,659 ppm - TBR SW01 rivière Tshimbunji) et en calcium (52,326 ppm – KIBIR SW01 rivière KIBILA). Ceci est considéré normal pour la géologie observée dans la zone mais nécessite un programme de mesures à long terme pour comprendre les tendances annuelles et déterminer les niveaux de fond pour tous les sites.
- Les solides dissous totaux ont une tendance très prononcée dans l'échantillon KIBIR SW01 de la rivière Kibila et Tshimbunji. Cette réalité est considérée pour la saison sèche.
- Tous les sites échantillonnés ont été affectés par des changements saisonniers de débit qui ont affecté les paramètres de diverses façons. Il est recommandé que l'échantillonnage continu sur les deux saisons et qu'un profil de site soit établi pour chaque site d'échantillonnage ; ces profils indiqueront la fourchette prévue de concentrations pour ces paramètres.

3.2.4. Étude hydrogéologique

Pour décrire l'étude hydrogéologique du site de Kamoa – Kakula, l'inventaire exhaustif des informations disponibles sur les études géologiques, les forages d'exploration et les photos aériennes ont été consultées.

Les critères primaires pour le choix devaient étudier les différentes lithologies en présentant et en déterminant leurs caractéristiques hydrologiques d'écoulement.

❖ Diamictite supérieur

Le diamictite supérieur ne pose pas conceptuellement un risque d'apport dans la mine à moins qu'il y ait une connectivité hydraulique par une structure géologique. Les forages KG1, KG6 et KG10 tous ont été choisis pour intersecter le diamictite supérieur. KG10 n'a pas atteint le diamictite inférieur et fournit donc des informations sur la couche aquifère liée seulement au diamictite supérieur. Les deux autres forages intersectent le diamictite supérieur et la partie supérieure du diamictite inférieur et ainsi, représente une couche aquifère mélangée.

❖ Siltstone pyriteux de Kamoa

Le siltstone pyriteux de Kamoa (KPS) est situé entre le diamictite (basique) supérieur et inférieur.

Aucun forage n'a été choisi pour informer des conditions hydrogéologiques dans le KPS car il est séparé de la zone d'extraction > de 200m.

❖ Le diamictite inférieur

Le diamictite inférieur a approximativement 200 m d'épaisseur et inclut la zone d'extraction dans la moitié finale de 20 m.

Les forages choisis pour étudier les caractéristiques hydrogéologiques qui ont visé cette formation sont les forages KG4, KG5, KG8 et KG9 et fournissent des détails sur le diamictite inférieur. KG4, KG5 et KG8 ont intersectés la zone minéralisée à la base du diamictite inférieur.

❖ Grès De Roan

Le grès se produit au contact avec le diamictite inférieur et forme le soubassement de la zone d'extraction.

Les forages KG2, KG3 et KG7 ont été conçus pour être forés après le diamictite inférieur dans le grès. KG2 a été abandonné comme un forage de production et n'a pas été construit ainsi correctement.

❖ D'autres lithologies

Sept forages identifiés avec le préfixe ENV dans le tableau 1 ont été forés pour étudier le TSF proposée.

La profondeur de forages a été conçue pour surveiller l'infiltration peu profonde dans les formations supérieures. Excepté le forage ENV6D (couche aquifère primaire et diamicrite inférieur) tous les autres forages dans le secteur d'empreinte de TSF ont été construits avec les objectifs de soutenir les pompages d'essai, prélèvement d'eaux souterraines et future surveillance des intervalles discrets de la lithologie.

➤ Diamètre de forage

Des forages ont été forés en utilisant la percussion rotatoire d'air à un diamètre de forage d'accomplissement minimum de 165 millimètres mais des diamètres jusqu'à 406 millimètres ont été employés dans les terrains de recouvrement. Ceci a permis l'insertion de l'enveloppe, paquet de gravier et coulis à une construction prédéterminée.

La notation lithologique avec des grèves de mesure de l'eau pendant le forage a permis à la construction d'être changée si nécessaire. Des rendements de transport aérien pour chaque grève de l'eau ont été mesurés en utilisant une entaille en V pendant le forage.

➤ Résultats

Quatre couches aquifères potentielles ont été intersectées pendant le forage. Celles-ci ont inclus ; la couche aquifère primaire ; diamicrite supérieur zone de couche aquifère ; la zone de couche aquifère de diamicrite inférieur ; et couche aquifère de grès. Chaque couche aquifère est décrite en rendements d'eau de grève et profondeur d'intersection de grèves. Un sommaire est montré dans le tableau n°91.

➤ Couche aquifère primaire

Quatre forages ont rencontré des grèves de l'eau dans la couche aquifère primaire (sédiment ou alluvion de Kalahari) comme suit :

- Station : ENV1, ENV2 et ENV5,
- Profondeur aquifère - 19 m à 30 m, et
- Rendement de transport aérien - 0.1 maximum de l/s.

L'essai commandé pompant de plus grands rendements prouvés que le transport aérien rapporte ainsi incertain prouvé par rendements de transport aérien/évaluation

➤ Diamicrite supérieur

Un total de 23 grèves de l'eau a été enregistrés dans cinq forages, forés dans le diamicrite supérieur (diamicrite ci-dessus KPS) comme suit :

- Station - KG1, KG5, KG6, KG9 et KG10

- Profondeur aquifère - 18 grèves de < niveau souterrain 100 m (mbgl). Cinq grèves plus profondément que 100m de ce deux qui sont plus profonds que le mbgl 200 (KG10), et
- Rendement de transport aérien - les rendements ont changé entre 0.3 l/s et 12.2 l/s chez KG9. De ces 23 grèves produites, 70% ont eu rapporte 1 l/s plus grand.

Le diamictite supérieur s'est avéré être une haute couche aquifère rompue de rendement avec tous les forages forés dans cette formation capable de fournir l'eau.

➤ **Le diamictite inférieur**

Dans du diamictite inférieur, 50 grèves d'eau ont été enregistrées au total dans les onze forages forés comme suit :

- Station - KG1, KG2, KG3, KG4, KG5, KG6, KG7, KG8, KG9, KG10, ENV3 et EVN6D ;
- Profondeur aquifère - intersectées entre 22 m et 285 m (KG5) au-dessous de la surface, cinq grèves plus profondes que 100m ont été enregistrés dont deux sont plus profonds que 200 m (KG10) ;
- Rendement de transport aérien - les rendements ont changé entre 0.1 l/s et 6 l/s chez KG5. Parmi les 50 grèves rencontrées, 48% 1 l/s sont plus grand que rapporté. Toute l'eau est rapportée a plus profondément que 150m, moins de 0.3 l/s excepté une simple tranche à 220 m dans le forage KG9 ;
- Zone d'extraction - la zone d'extraction fait partie de la lithologie de diamictite inférieur. Quatre forages ont intersecté la zone d'extraction (KG3, KG4, KG5 et KG7) avec seulement une aquifère de 0.1 l/s à KG3 enregistré dans la zone d'extraction.

L'interprétation des données rassemblées du forage, identifie deux caractéristiques différentes de couche aquifère dans le diamictite inférieur :

- haute couche aquifère de rendement - peu profond que 150 m au-dessous d'extérieur et associé à une structure (axe anticlinal dans KG1, 5 kilogrammes et KG6, défaut à KG9). ;
- Basse couche aquifère de rendement - plus profond que 150 m au-dessous de la surface.

➤ **Grès de Roan**

Trois forages avec un total de quatre aquifères ont été enregistrés dans le grès de Roan comme suit :

- Station - KG2, KG3 et KG7 ;
- Profondeurs aquifères - intersectées entre 105 m (KG2) et 265 m (KG7).Tranches plus profond que 200 m rapporté > 5 l/s ;

- Rendement de transport aérien - les rendements ont changé entre 0.5 l/s (KG2) et 12 l/s à KG3.

Le grès s'est avéré être la couche aquifère avec le potentiel de développement le plus élevé dans le secteur d'étude.

Tableau 93: Arroser le sommaire de grève et de profondeur pour chaque couche aquifère

Aquifer	BH	Water Strike															
		Strike 1		Strike 2		Strike 3		Strike 4		Strike 5		Strike 6		Strike 7		Strike 8	
		Depth	Yield	Depth	Yield	Depth	Yield	Depth	Yield	Depth	Yield	Depth	Yield	Depth	Yield	Depth	Yield
		(mbgl)	(l/s)	(mbgl)	(l/s)	(mbgl)	(l/s)	(mbgl)	(l/s)	(mbgl)	(l/s)	(mbgl)	(l/s)	(mbgl)	(l/s)	(mbgl)	(l/s)
Primary aquifer	ENV1	30	0.1														
	ENV2	19	0.1	21	0.1												
	ENV5	30	0.1														
Upper diamiclite	KG1	21	1.5	35	1	45	1.5										
	KG5	29	0.5	42	1												
	KG6	29	0.5	51	1.5	52	1										
	KG9	24	0.5	29	1	42	4	51	3	55	4	64	3.8	118	12.2		
	KG10	33	0.3	40	0.5	52	1	69	0.5	135	0.3	140	2.3	238	3.5	240	3
Lower Diamiclite	KG6	51	1.5	52	1	81	6	125	1	133	1.5	151	1				
	KG7	40	0.5	56	1.5	82	0.5	117	2	188	0.3	200	0.3				
	KG8	33	0.5	40	1	55	1.5	82	1	190	0.3						
	KG9	188	0.3	220	1.5												
	ENV3	22	0.1	32	0.1												

Aquifer	BH	Water Strike															
		Strike 1		Strike 2		Strike 3		Strike 4		Strike 5		Strike 6		Strike 7		Strike 8	
		Depth	Yield	Depth	Yield	Depth	Yield	Depth	Yield	Depth	Yield	Depth	Yield	Depth	Yield	Depth	Yield
		(mbgl)	(l/s)	(mbgl)	(l/s)	(mbgl)	(l/s)	(mbgl)	(l/s)	(mbgl)	(l/s)	(mbgl)	(l/s)	(mbgl)	(l/s)	(mbgl)	(l/s)
	ENV6D	65	0.1	71	0.1	112	0.1	142	0.1								
	KG1	50	3	65	2	70	2	75	3								
	KG2	62	0.3	83	0.7	88	0.5										
	KG3	55	0.3	73	0.6	80	1	194	0.1								
	KG4	45	0.3	50	0.3	55	1	60	1.1	65	1.7	80	0.5	85	0.3	105	0.5
																110	0.3
	KG5	51	1	55	1.5	64	1	145	5	150	6	285	0.2				
Sandstone	KG2	105	0.5														
	KG3	219	5.6	233	12												
	KG7	265	6														

3.2.4.1. Description détaillée des diverses unités stratigraphiques

La géologie du secteur de permis de Kamoia - Kakula comporte un ordre posé des sédiments précambriens. Le groupe de Nguba (subordonné de Kundelungu) fait partie du Supergroupe du Katangien et la stratigraphie locale est synthétisée comme suit :

- **Formation de Kalahari (Dilungus)**

Les sables de la formation de Kalahari se produisent dans l'excédent de pièces rapportées le secteur d'extraction et plus en avant dans le nord-est (région de TSF) et ouest (Dilungu occidental) des fonctionnements souterrains. La Forme de ces dépôts sont légèrement augmentée des zones et en hausse de 30m de profonde dans quelques parties du secteur de la concession. La formation de Kalahari dans le secteur est caractérisée par un sable propre, bien assorti, fin au granuleux brut, au sable silt, et à l'argile.

- **Diamictite Supérieur (Ki 1.1.5)**

Le clast ou Diamictite supérieur pauvre se produit en tant que dépôts bien développés avec des épaisseurs variables (de 100m à plus de 600m). Le diamictite est léger au gris verdâtre, avec les clasts semi arrondis mal assortis, changeant de l'argilite au quartzite, et à la dolomite de subalterne (le schéma). La matrice est carbonée argileux et subalterne. Interbedding avec le caillou de ruissellement et le grès est commun.

- **Diamictite Moyen (Ki 1.1.3)**

Le diamictite riche de clast se produit en tant que dépôts bien développés avec l'épaisseur variable (0 m à 300 m).

Le diamictite est moyen au gris foncé, avec les clasts semi arrondis mal assortis changeant de l'argillite à la quartzite et dolomite subalterne (le schéma). La forme de Clasts jusqu'à 40% du volume global de roche et du dépôt augmente dans le contenu de sulfure (pyrite) vers sa base.

- **Siltstones Pyriteux De Kamoia (Ki 1.1.2)**

Le siltstone pyriteux de Kamoia (KPS) contient une quantité significative de pyrite et est caractérisé par des horizons débris de ruissellement noir stratifié et rougeâtre. Les plans et la stratification bien développés de literie sont évidents. L'épaisseur du KPS peut changer mais est en général de 10m de profondeur dans le secteur de dépôt de Kakula. Les degrés variables de rupture et d'altération peuvent être présents dans le KPS et habituellement rougeâtre.

- **Diamictite inférieure ou de base (Ki 1.1.1.3, Ki 1.1.1.2 et Ki 1.1.1.1)**

Le Diamictite inférieure accueille le corps de minerai principal et forme les 200 premiers mètres du mur accrochant. L'épaisseur de cette couche est de > 200 m chez Kakula, bien que trouvée au nord de Kakula beaucoup plus mince à Kansoko.

Trois horizons sont présents :

- Le diamictite faible de Clast (Ki 1.1.1.3) forme la majorité du diamictite inférieur. Principalement olive en couleurs ceci le diamictite est caractérisé par une matrice argileuse dans laquelle principalement les clasts quartzitiques angulaires de sous-marin se produisent ;
- Le caillou de ruissellement intermédiaire (Ki 1.1.1.2) se compose du caillou de ruissellement enfoncé et du caillou de ruissellement souvent arénacé. Là où présente cette couche est de jusqu'à 15 m d'épaisseur et olive au gris en couleurs et accueille le minerai à haute teneur body1 ;
- Diamictite riche de Clast (K1 1.1.1.1) consisté en l'olive au diamictite brunâtre avec une matrice argileuse devenir arénacé à la base avec jusqu'à 35% angulaire pour substrater les clasts angulaires.

- **Grès de Roan (R4.2)**

Le grès feldspathique forme la base de l'ordre dans le secteur de concession. Le grès est bien développé avec l'épaisseur verticale plus de 1300m. Le grès contient plusieurs le caillou de ruissellement et couches conglomérées. La taille de grain change de fin à brut et changer des catégories du métamorphisme au quartzite se produit.

On peut observer dedans des structures dépositionnelles, censurer secondaire, les veines de quartz, et le ciment de carbonate lixiviant les noyaux de plusieurs forages.

Le forage d'exploration n'a pas visé cette couche, de quelque manière qu'aux fins d'étudier les eaux souterraines et géotechnique la stabilité, les forages s'est prolongée à cette profondeur.

3.2.4.2. La détermination des propriétés hydrauliques des unités stratigraphiques

3.2.4.2.1. Essai hydraulique de couche aquifère

L'essai hydraulique de couche aquifère a été effectué en utilisant trois méthodes diverses pour obtenir des paramètres de couche aquifère :

- Pompages d'essai - 10 forages pompent déterminer 24 d'heure ou de 48 heures;
- Essais principaux en chute - 5 forages ont soumis à l'essai de lingot ;
- L'emballeur examine - 16 forages soumis la plupart du temps aux essais discrets d'intervalle de 9.56 m.> l'essai 170 étaient avec succès accompli en utilisant des méthodes de Lugeon 80 m d'accrocher le diamictite de mur plus bas, zone d'extraction et grès de footwall.

3.2.4.2.2. Essai hydraulique de couche aquifère

3.2.4.2.2.1. Examiner les types

Des pompages d'essai et les essais principaux en chute ont été effectués dans tous les forages nouvellement forés pour déterminer la couche aquifère, propriétés/paramètres hydraulique.

Le type d'essai appliqué et la durée ont été déterminés par le transport aérien de forage rendements comme suit :

- L'essai principal en chute (FHT) - dans les forages rapportant moins que 0.5 l/s pendant le transport aérien examine.
- Pompages d'essai (comportant le step-test, l'essai constant de décharge (CDT) et l'essai de récupération) - effectué dedans les forages rapportant > 0.5 l/s pendant le transport aérien examiné.

L'essai hydraulique additionnel a été obtenu par l'injection de l'eau utilisant le cachetage d'emballeur en existant 16 approfondi forages de noyau d'exploration aussi bien que les forages nouvellement forés de noyau

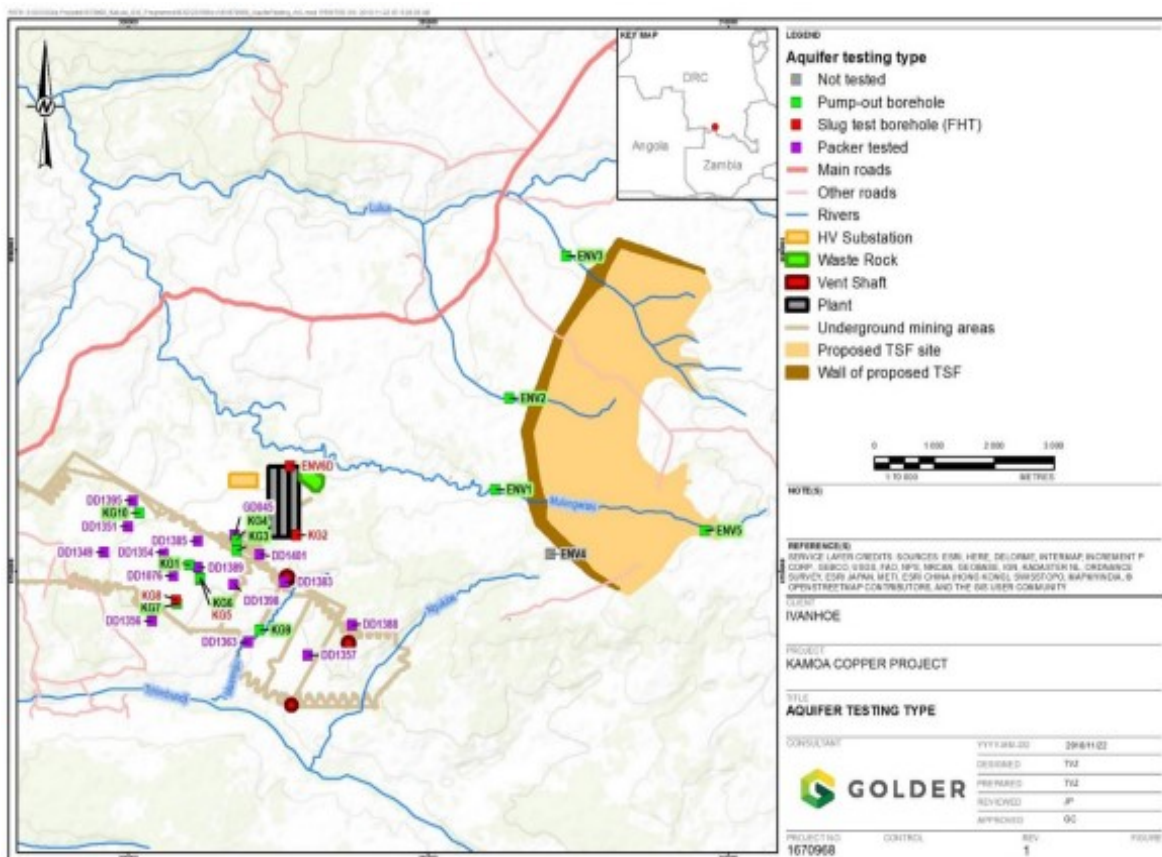


Figure 62: Type d'essai et position de couche aquifère hydraulique (Golder Associates)

3.2.4.2.2. Essais Principaux en chute

- **Méthodologie**

L'essai a été entrepris en injectant un volume connu de l'eau dans un forage afin de créer une élévation rapide dans le niveau d'eau dans le forage. La cavité suivante dans le niveau d'eau aux conditions comparables à la charge statique le niveau d'eau a été mesuré avec le temps à l'aide d'un capteur de pression. Les niveaux d'eaux souterraines ont été vérifiés déjà et après l'essai à l'aide d'un mètre d'immersion.

- **Résultats**

Les données de FHT (L'essai principal en chute) ont été interprétées en utilisant le progiciel, Aquifer-Test. Des analyses ont été basées sur le Hvorslev, la méthode pour calculer la conductivité hydraulique in-situ de la zone de couche aquifère à examiner. Un sommaire des résultats des expositions est illustré au tableau 92.

Tableau 94: Résultats d'essai principal en chute

Aquifer Target	BHID	SWL mbgl	L m	b m	r m	R m	Conductivity (K) m/d	Transmissivity (T) m ² /d
Lower diamictite and sandstone	KG2	53	126.4	109	0.0825	0.149	3.08 x10 ⁻⁰³	0.389
Lower diamictite	ENV6D	30.3	117	119.7	0.0825	0.177	1.90 x10 ⁻⁰³	0.222
	ENV6S	24	18	1	0.0825	0.177	5.19 x10 ⁻⁰³	0.093
	KG5	48.3	84	286.7	0.0825	0.1525	2.40 x10 ⁻⁰⁴	0.02
	KG8	34.62	101	167.38	0.0825	0.1525	4.50 x10 ⁻⁰²	4.545

3.2.4.2.2.2. Pompages d'essai

3.2.4.2.2.2.1. Méthodologie

- **Essai d'Abaissement du niveau d'Étape (SDT)**

Les SDT ont été courus dans les tous les nouveaux puits avec un rendement viable de transport aérien (> 0.5 l/s). Le SDT consisté en entre deux et quatre taux différents de décharge, chacun de durée d'une heure à moins que l'étape ait été due terminer au niveau d'eau dynamique étant baissé à l'orifice d'admission de pompe. Pendant chaque heure la décharge a été maintenue constante et accru au début de chaque heure suivante. Mesures de décharge et d'abaissement du niveau ont été enregistrés à intervalles réguliers dans tout l'essai.

Les résultats de l'essai d'abaissement du niveau d'étape ont été employés pour fournir une indication d'efficacité bonne et pour projections pour choisir un rendement approprié pour le CDT. Les critères suivants ont été employés en déterminant le CDT rendement :

- L'abaissement du niveau total après chaque étape et courbe forment en, et
- Le rétablissement des niveaux d'eau après le SDT a été terminé.

- **Essai Constant de Décharge**

Le fonctionnement de CDT facilite l'interprétation des paramètres de couche aquifère tels que le rendement soutenable, transmissivité spécifique, capacité spécifique et stockage (si l'influence sur les puits voisins est prouvée). 24 heures ou 48 heures CDTs ont été courues sur onze des nouveaux forages, suivi de rétablissement avec le minimum la durée de 10 heures ou jusqu'au rétablissement plus grand que de niveau d'eau de 90% a été réalisée.

Pendant la phase de pompage, des mesures de la décharge et de l'abaissement du niveau ont été faites à régulier intervalles, alors que pendant la phase de rétablissement les mesures de l'abaissement du niveau résiduel étaient faites à intervalles réguliers. Là où applicable, l'abaissement du niveau de niveau d'eau et le rétablissement ont été également surveillés de disponible s'ouvrent exploration ou forages nouvellement forés d'essai situés à moins du rayon de 200m du forage de pompage.

- **Résultats**

Les détails enregistrés pendant SDT et le CDT sont fournis dans les tableaux suivants.

Tableau 95: Sommaire des résultats de step-test

BH ID	BH Depth (m)	Aquifer	SWL (mbgl)	Pump Intake (m)	Step (Duration, min)	Step, Q (l/s)	Calculated discharge rate for CDT (l/s)
KG1	79	Mixed upper and lower Diamictite	16.41	62	1 (60)	6.3	8
					2 (60)	7.4	
					3 (60)	7.6	
					4 (60)	8	
KG3	250	Roan Sandstone	97.02	160	1 (60)	2.4	7.9
					2 (60)	4.5	
					3 (60)	7.0	
					4 (60)	7.9	
KG4	152	Lower Diamictite	29.96	102	1 (60)	3.8	6.2
					2 (60)	6	
					3 (60)	7.8	
KG6	203	Mixed upper and lower diamictite	16.84	101	1 (60)	15	18
					2 (60)	16.64	
					3 (60)	18	
KG7	275	Roan Sandstone	65.2	165	1 (60)	2.2	2.2
					2 (60)	9.3	
					3 (60)	2.2	

KG9	340	Lower diamicctite	5.94	114	1 (60)	4	3.2
					2 (60)	3.6	
					3 (60)	3.3	
KG10	340	Upper diamicctite	18.87	99	1 (120)	5.04	5
					2 (120)	5.5	
ENV1	50	Kalahari / overburden	12.09	42	1 (60)	1.3	0.8
					2 (60)	1.07	
					3 (0)	0.75	
ENV2	50	Kalahari / overburden	4.31	42	1 (60)	1	1
					2 (60)	0.8	
					3 (0)	0.4	
ENV3	50	Kalahari / overburden	5.31	43	1 (60)	0.9	1
					2 (60)	1.1	
					3 (0)	1.3	
ENV5	50	Kalahari / overburden	21.9	43	1 (60)	0.9	0.3
					2 (60)	0.5	
					3 (60)	0.3	

Des paramètres principaux de couche aquifère ont été calculés pour les 11 forages soumis au pompage d'essai de décharge constante et sont montrés dans le tableau n°39. En calculant la transmissivité spécifique, les 10 premières à 15 minutes de données ont été escomptées comme elle montre l'abaissement du niveau rapide dû au stockage bon, au stabilisateur de formation et aux effets de construction.

La transmissivité spécifique de couche aquifère a été estimée à partir des essais constants d'abaissement du niveau employant analytiquement le tonnelier Jacob chronométrer la méthode de méthode d'abaissement du niveau de distance et de rétablissement de Theis. Les transmissivités spécifiques étaient employées estimer équations ci-dessous :

Tonnelier-Jacob Equation (1946)

$$T = \frac{2.3Q}{4\pi\Delta s}$$

Là où T est la transmissivité spécifique (m²/jour) se rapporte au changement de l'abaissement du niveau (m) plus d'un cycle de notation.

Q est le taux de décharge (m³/jour).

Tableau 96: Le sommaire des paramètres de couche aquifère pour la pompe-dehors à examiner des forages

Aquifer	Borehole	Transmissivity		Conductivity
		Cooper-Jacob Drawdown Analysis	Theis Recovery Analysis	Derived from Cooper-Jacob drawdown
		m ² /d	m ² /d	m/d
Kalahari and overburden	ENV1	0.365	1.85	9.7e-03
	ENV2	5.91	3.57	1.3e-01
	ENV3	2.18	0.813	5.5e-02
	ENV5	1.33	1.45	4.8e-02
Upper and Lower diamictite	KG1	236	242	4.4e00
	KG6	95.9	34.4	4.9e-01
Upper diamictite	KG10	14.3	10.7	6.0e-02
Lower diamictite	KG4	11.4	11.9	9.3e-02
	KG9	27.4	41.3	1.6e-01
Sandstone	KG3	210	244	2.4e 00
	KG7	3	0.835	2.7e-02

Le forage de 17 emplacements de forage de test/monitoring a fourni à informations proportionnées pour confirmer le suivant couches aquifères :

- Kalahari et couches aquifères de terrains de recouvrement : 3 forages ont intersecté des grèves de l'eau en cette couche aquifère ;
- Diamictite supérieur : 5 forages ont intersecté 18 grèves de l'eau avec 70% > 1 l/s ;
- Abaisser le diamictite : 11 forages ont intersecté 51 grèves de l'eau dont tout plus profondément que 150 m étaient < 0.3 l/s ;
- Grès : 3 forages ont intersecté 4 grèves de l'eau en cette lithologie avec 75% > 5 l/s.

• **Essai hydraulique de couche aquifère**

L'essai hydraulique de couche aquifère a été effectué en utilisant trois méthodes diverses pour obtenir des paramètres de couche aquifère :

- Pompages d'essai - 10 forages pompent déterminer 24 durées d'heure ou de 48 heures ;

- Essais principaux en chute - 5 forages ont soumis au type principal en chute essai de lingot ;
- L'emballeur examine - 170 essais ont été avec succès accomplis en utilisant des méthodes de Lugeon 80 m d'accrocher le mur abaisser le diamictite, la zone d'extraction et le grès de footwall.

- **Type de couche aquifère**

Des données d'observation, de lithologie et de pompage, on l'interprète que la région de Kakula a été à la base près semi couches aquifères confinées. Les variations sur les couches aquifères semi confinées incluent :

- Perméable confiné (défaut de scarp) ;
- illimité (couche aquifère primaire de Kalahari dans Dilungus).

- **Développement et paramètres de couche aquifère**

Le Kalahari et les terrains de recouvrement, le diamictite supérieur et le grès sont les couches aquifères bien développées tandis que le diamictite inférieur s'est avéré être la couche aquifère pauvre (aquitards d'approche) comme avéré par les valeurs de couche aquifère obtenues.

Des paramètres de couche aquifère des essais principaux d'essai et en chute de pompe-dehors ont été calculés :

- Kalahari et terrains de recouvrement - la conductivité K changent de 0.0097 à 0.13 m/d ;
- Mélange supérieur et inférieur de diamictite - la conductivité K changent de 0.49 et 4.4 m/d ;
- Diamictite inférieur - la conductivité K changent de 0.00024 à 0.093 m/d.

Des paramètres de couche aquifère des essais d'emballeur ont été calculés :

- Diamictite accrochant de mur - conductivité K = 0.000477 m/d ;
- Diamictite d'extraction de zone - conductivité K = 0.000137 m/d ;
- Grès - conductivité K = 0.0199 m/d.

- **Essai d'emballeur**

L'essai d'emballeur est une technique dans laquelle un ou plusieurs réservoirs souples gonflables, ou emballeurs, sont employés à l'isolat choisi horizons dans un forage pour l'essai hydraulique. Les profondeurs géologiques d'unité avec proposé d'extraire la profondeur ont dicté que des pompages d'essai normaux ne pourraient pas être employés en tant qu'hydraulique viable examiner la méthode ;et donc, essais d'emballeur

ont été priés d'obtenir des paramètres de couche aquifère pour des parties plus profondes des strates qui ont changé entre 200 m et 1070 m.

- **Méthodologie**

Les essais hydrauliques ont été réalisés dans les forages ouverts secondaire-verticaux qui a été rincé avec de l'eau propre déjà examinée, en utilisant un système d'emballeur. Ce système permet l'isolement des intervalles spécifiques du forage employant les éléments ou l'eau d'inflation d'azote a gonflé les éléments d'emballeur qui scellent contre le mur de forage.

Les emballeurs sont abaissés à la profondeur indiquée par la corde en utilisant un câble à la profondeur d'essai. L'emballeur va employé la corde de forage comme conduit pour injecter l'eau. L'eau est pompée à travers les tiges de forage qui gonfle les emballeurs et active le tube équipé de clapet d'injection.

Deux installations de configuration ont été utilisées :

- La configuration simple d'outil d'emballeur se compose d'un élément de gonflage simple, avec l'essai effectué entre l'élément d'emballeur et le fond du trou ; et
- La double installation de configuration d'emballeur se compose de deux éléments de gonflage, avec l'essai effectué entre les deux éléments d'emballeur. Cette configuration est généralement employée pour examiner les dispositifs spécifiques et/ou des couches plus minces d'intervalle dans la formation.

Après l'inflation d'emballeur, un ou une combinaison des essais suivants a été effectué pour chaque intervalle visé :

- Essai de Lugeon - pendant l'injection le débit a changé dans une configuration faite un pas (essai de Lugeon). Au moins trois des pressions faites un pas ont été employées ; et
- Essai principal en chute (in situ près du changement instantané de la tête) - exécutée en remplissant partie des tiges avec l'eau et surveiller le rétablissement suivant dans la tête hydraulique sur une certaine période de temps.

L'interprétation de données a été effectuée en utilisant le calcul standard de valeur de Lugeon et convertissant en conductivité (k) et par le logiciel de HydroBench en tant que contrôle pour l'essai principal en chute.

Une valeur simple de Lugeon est calculée pour chaque étape de pression en utilisant la formule suivante :

$$\text{Lugeon value } L = \frac{10 \times Q}{P}$$

Là où :

Q = eau prise dans l'essai (litres/mètre/min)

Pression de P = d'essai (barre)

Des essais de Lugeon sont interprétés sur le comportement d'écoulement pendant l'essai qui est classifié comme suit :

- Groupe A - Écoulement laminaire où les valeurs de Lugeons sont égales à n'importe quelle pression ;
- Groupe B - Écoulement turbulent où plus bas Lugeon se produisent à la pression la plus élevée ;
- Groupe C - Dilatation où la valeur de Lugeon la plus élevée se produit à la pression la plus élevée ;
- Groupe D - Lavage où Lugeons augmente pendant que l'essai procèdent sans se soucier si de la pression est faite un pas vers le bas ; et
- Groupe E - La diminution de valeur de Lugeon comme essai procèdent.

Dans les environnements sédimentaires qu'il est normal avoir 90% de tous les essais faisant partie du groupe A ou grouper B avec laminaire.

Écoulement se produisant normalement dans > 70% de tous les essais réussis. Pour l'uniformité dans le groupe A (moyenne d'interprétation.

La valeur de Lugeon) a été employée et était alors en travers vérifiée avec le groupe B (Lugeon à la pression la plus élevée).

La conductivité était employée calculer :

$$\text{Conductivity } K = \text{Lugeon Value} \times 0.011232$$

La conductivité (k) est mesurée dans m/d.

- **Résultats**

Au total, 174 des essais d'emballeur, ont été accomplis dans 16 forages. Les résultats représentent trois zones d'essais spécifiques:

- Le mur accroché (diamictite inférieure) - 69 essais d'emballeur dans 13 forages ;
- Les essais d'extraction d'emballeur de la zone 25 ont été entrepris dans 15 forages ;
- Le grès de Roan - 72 essais dans 16 forages.

Afin d'exclure la polarisation spatiale dans l'interprétation, une transmissivité spécifique représentative et la conductivité étaient calculés pour chaque forage. La conductivité et la transmissivité spécifiques représentatives pour chaque forage dans chacun des zones visées sont récapitulées dans les tableaux ci-dessus.

Le moyen géométrique est calculé pour la conductivité de chaque unité lithologique comme suit :

- Diamictite accrochant de mur - conductivité $K = 4.7e-04$ m/d ;
- Diamictite de zone d'extraction - conductivité $K = 1.4 e-04$ m/d ;
- Grès - conductivité $K = 0.02$ m/d.

Les observations principales sont :

- Valeurs dans l'espace variables de transmissivité spécifique indicatives des conditions anisotropes ;
- Transmissivité spécifique élevée le long de l'axe de pli (rapprocher la direction de déclin) ;
- Transmissivité spécifique élevée à l'ouest de l'axe de pli vers le défaut de fragment ; et
- Basses transmissivités spécifiques du côté oriental de l'axe de pli.

Tableau 97: Sommaire de Diamictite des paramètres de couche aquifère de l'essai d'emballer

Borehole ID	Diamictite - Hanging wall			Diamictite - Mining zone		
	Total Thickness	Conductivity (K)	Transmissivity (T)	Total Thickness	Conductivity (K)	Transmissivity (T)
	m	m/d	m ² /d	m	m/d	m ² /d
DD1351	76.5	2.94E-05	2.25E-03	19.1	2.81E-05	5.37E-04
DD1349	95.6	8.81E-05	8.42E-03	19.1	2.87E-06	5.49E-05
DD1363	28.7	1.66E-02	4.76E-01	19.1	1.68E-04	3.22E-03
DD1341	28.7	2.94E-05*	0.00E+00	19.1	1.36E-02	2.60E-01
DD1354	66.9	6.42E-04	4.30E-02	19.1	1.68E-04	3.22E-03
DD1389	47.8	5.62E-04	2.68E-02	19.1	7.05E-05	1.35E-03
DD1076	66.9	5.14E-02	3.44E+00	19.1	2.71E-02	5.19E-01
DD1385	19.1	1.06E-02	2.02E-01	19.1	4.94E-03	9.45E-02
DD1383	30.0	2.94E-05*	0.00E+00	18.0	1.43E-06*	0.00E+00
DD1395	76.5	2.46E-03	1.88E-01	19.1	6.68E-02	1.28E+00
DD1398	19.1	2.94E-05*	0.00E+00	9.6	1.43E-06*	0.00E+00

Borehole ID	Diamictite - Hanging wall			Diamictite - Mining zone		
	Total Thickness	Conductivity (K)	Transmissivity (T)	Total Thickness	Conductivity (K)	Transmissivity (T)
	m	m/d	m ² /d	m	m/d	m ² /d
GD045	63.0	4.28E-03	2.70E-01	18.0	6.70E-03	1.21E-01
DD1388	38.2	2.94E-05*	0.00E+00	19.1	1.43E-06*	0.00E+00
DD1357				9.6	1.43E-06*	0.00E+00
DD1356				18.0	1.94E-04	3.48E-03
Minimum		2.94E-05			1.43E-06	
Maximum		5.14E-02			6.68E-02	
Median		5.62E-04			1.68E-04	
Geometric Mean		4.77E-04			1.37E-04	
Average		6.67E-03			7.98E-03	

Tableau 98: Sommaire de grès des paramètres de couche aquifère de l'emballeur examinant et pompage d'essai

Borehole	Sandstone - Footwall		
	Total Thickness	Conductivity (K)	Transmissivity (T)
	m	m/d	m ² /d
DD1351	83.7	1.49E-01	12.4
DD1349	78.6	1.12E-01	8.8
DD1363	71.0	9.24E-02	6.6
DD1341	55.0	5.84E-03	0.3
DD1354	19.1	4.21E-03	0.1
DD1389	47.8	5.46E-02	2.6
DD1076	57.4	3.45E-01	19.8
DD1385	47.2	3.80E-02	1.8
DD1383	48.7	1.92E-04*	0.0
DD1395	41.7	7.10E-02	3.0
DD1398	52.5	2.25E-03	0.1
GD045	45.0	2.20E-02	1.0

Borehole	Sandstone - Footwall		
	Total Thickness	Conductivity (K)	Transmissivity (T)
	m	m/d	m ² /d
DD1388	47.8	1.92E-04	0.0
DD1357	43.4	8.66E-02	3.8
DD1356	45.0	3.84E-04*	0.0
DD1401	28.7	2.10E-02	0.6
KG7	93.0	2.40E-02	2.2
KG5	67.0	3.00E-02	2.0
KG3	43.0	2.60E+00	210.0
<i>Minimum</i>		1.92E-04	
<i>Maximum</i>		2.60E+00	
<i>Median</i>		3.00E-02	
<i>Geometric Mean</i>		1.99E-02	
<i>Average</i>		1.93E-01	

3.2.4.3. L'identification des éléments structuraux susceptibles d'influencer le comportement hydraulique des eaux souterraines

3.2.4.3.1. Structures principales

L'ordre géologique forme un anticlinal tendant au nord-est vers le sud-ouest avec une faille secondaire-parallèle de 2 kilomètres à l'ouest de l'axe anticlinal de pli.

Les formations sont plissées avec l'orientation principale d'axe de pli de NE - direction de commutateur et l'ordre entier plongeons au commutateur dans le secteur de permis. Ce plissement et ce plongement tiennent compte de toutes lithologies fondamentales actuelles, à l'affleurement dans le secteur de permis, y compris le grès de la base.

Les dômes de grès de Makula sont situés approximativement à 5400 m au nord du secteur de dépôt de Kakula.

Le dôme de Makula affleure immédiatement au sud du dépôt de Kakula.

Le Diamictite inférieur, le KPS et Diamictite supérieur plongent à 5-150 au NNW et au SE loin de l'antiforme. En conséquence, la profondeur de la minéralisation au-dessous des surfaces grimpent jusqu'au NW et le SE plongent vers le bas.

Un NNE significatif - SSW tendant le défaut est présent du côté occidental de la concession approximativement 5km NNW du camp.

Cette faille forme une chute en avant en topographie de quelques 50m et est connue comme faille occidentale de scarp. Il n'y a aucune autre structure transversale régionale connue dans le secteur de permis d'exploitation.

3.2.4.3.2. La détermination des propriétés hydrauliques des éléments structuraux

L'ordre géologique forme un anticlinal tendant au nord-est vers le sud-ouest avec une faille secondaire-parallèle (faille scarp) 2 kilomètres à l'ouest de l'axe anticlinal de pli. Aucun forage dans la région de Kakula n'a visé le scarp occidental.

Censurer et par conséquent les propriétés hydrauliques du défaut ne sont pas clairement comprises dans ce secteur.

Dans les travaux précédents entrepris, la faille occidentale de scarp a été conclue pour être fortement conducteur et agit en tant que conduite pour l'écoulement entre les zones supérieures et inférieures de couche aquifère.

3.2.4.3.3. La détermination de la piézométrie des eaux souterraines

3.2.4.3.3.1. Écoulement piézométrique de surface et d'eaux souterraines

Il y a une différence distincte entre le diamictite rompu et les niveaux d'eau profonds de couche aquifère de grès. Les niveaux d'eau peu profonds sont enregistrés pour les couches aquifères peu profondes et mélangées tandis que profondément les niveaux d'eau sont associés aux forages forés dans le grès de Roan.

Des niveaux d'eau des forages de production (KG1 et KG6) n'ont pas été employés en développant l'écoulement d'eaux souterraines directions tandis que le niveau d'eau pour le puits KG4 de production était employé pendant qu'on l'observait pendant plus d'une semaine pendant aucun pompage. Le régime d'écoulement d'eaux souterraines dans Kakula est récapitulé ci-dessous.

3.2.4.3.3.2. Couche aquifère de Diamictite

La surface piézométrique de couche aquifère peu profonde est un mélange de couche aquifère primaire (Kalahari) et de niveaux plus bas de l'eau de diamictite. Tout le diamictite intersecté par forages et dans cette section désignée sous le nom de la "couche aquifère de diamictite".

Les découpes piézométriques d'eaux souterraines de diamictite illustrées sur le schéma et données récapitulées dans le tableau exposition :

- La corrélation entre la hauteur piézométrique et l'altitude de surface pour la couche aquifère de diamictite est 0.94 et par conséquent elle suit qu'on s'attend à ce que l'écoulement d'eaux souterraines imite la topographie et par conséquent les eaux souterraines découleront des domaines d'altitude et de décharge élevées le long de bas secteurs d'altitude tels que des fleuves et des drainages.
- Basé sur la distribution des forages on le démontre que les niveaux d'eau à l'est du TSF sont dans ordre du mamsl 1440. Comparable aux drainages d'eau de surface, les découpes piézométriques indiquent cela le sens d'écoulement régional d'eaux souterraines est d'est-ouest à travers le secteur de dépôt de Kakula.
- KG4 est situé sur haut topographique local et par conséquent un modèle radial est observé autour de ce forage comme les eaux souterraines coulent à l'extérieur de la haute topographie vers les drainages nord et sud de KG4.
- Le gradient piézométrique est variable à travers ce secteur à 0.03 (1:36) à 0.009 (1:110) par suite de topographie et drainages dans la captation.
- Il n'y a aucune abstraction courante qui influence les gradients piézométriques dans la proximité de Kakula.

Tableau 99: Sommaire de Diamictite des niveaux d'eau

Borehole	Easting (m) (UTM 35S)	Northing (m) (UTM 35S)	Elevation (mamsl)	Static (mbgl)	Piezometric elevation (mamsl)
ENV1	306027.7	8796123	1434.35	12.33	1422.02
ENV2	306327.5	8797656	1435.91	4.83	1431.08
ENV3	307318	8799923	1415.49	8.89	1406.6
ENV5	309626.6	8795636	1469.76	22.16	1447.6
ENV6D	302696.3	8796647	1389.4	30	1359.4
KG10	300173.9	8795916	1391.46	18.57	1372.89
KG4	301810.4	8795491	1422.3	29.57	1392.73
KG5	301199.8	8794874	1405.05	29.05	1376
Borehole	Easting (m) (UTM 35S)	Northing (m) (UTM 35S)	Elevation (mamsl)	Static (mbgl)	Piezometric elevation (mamsl)
KG8	300800.3	8794550	1402.63	36.59	1366.04
KG9	302196.4	8794087	1358.6	6.46	1352.14

3.2.4.3.3. Couche aquifère de grès

Les découpes piézométriques de couche aquifère de grès comme représentées sur le schéma 22 et les données récapitulées dans le tableau.

Exposition :

- La corrélation entre l'altitude extérieure et la tête hydraulique pour la couche aquifère de grès est 0.73 et est considérablement plus pauvre que cela de la couche aquifère supérieure de diamictite. Il y a un niveau de l'incertitude associé avec le niveau d'eau de grès les mesures et ceci est peut-être reflétées dans la corrélation plus faible de la topographie et la surface piézométrique de grès.
- Les niveaux piézométriques changent du mamsl 1314.28 dans le sud-est au mamsl 1325.78 près du déclin.
- Le sens d'écoulement général d'eaux souterraines est de nord-est à l'excédent de sud-ouest le secteur d'extraction avec un hydraulique gradient de 0.02 (1:60). La couche aquifère de grès a le gradient hydraulique régional semblable comme haut couche aquifère de diamictite.
- Les études précédentes ont constaté que le scarp occidental est une zone probable de décharge pour les deux couches aquifères comme niveaux d'eau se sont avérés approcher un autre le long de cette zone. Ceci exige la future confirmation dans la région de Kakula par le forage additionnel dans la proximité du défaut.

Tableau 100: Sommaire de grès des niveaux d'eau

Borehole	Easting (m) (UTM 35S)	Northing (m) (UTM 35S)	Elevation (mamsl)	Static (mbgl)	Piezometric elevation (mamsl)
DD1076	300753.8	8794929	1407.17	84	1323.17
DD1349	299517	8795425	1392.25	72.55	1319.7
DD1354	300518	8795343	1406	83.42	1322.58
DD1357	303115	8793572	1395	80.72	1314.28
DD1389	301161.3	8795061	1408.8	84	1324.8
DD1401	302200	8795261	1417.93	92.68	1325.25
DD1398	301764.2	8794800	1404.07	87.01	1317.06
DD1395	300076	8796100	1383.48	62.97	1320.51
DD1356	300429.3	8794227	1386.6	69.2	1317.4
KG3	301897.7	8795390	1421.78	96	1325.78

3.2.4.3.3.4. Surface piézométrique

La diffusion de données de niveau d'eau à travers le secteur d'étude a permis à la surface piézométrique d'être construite pour deux couches aquifères :

Couche aquifère de Diamictite (niveau élevé de confiance)

- Niveaux piézométriques - mamsl 1448 au mamsl 1352 ;
- Sens d'écoulement - l'écoulement d'eaux souterraines est régionalement d'est-ouest mais suit le drainage d'eau de surface modèles localement ;
- Gradient piézométrique - change de 1:36 raide pour modérer 1:110.

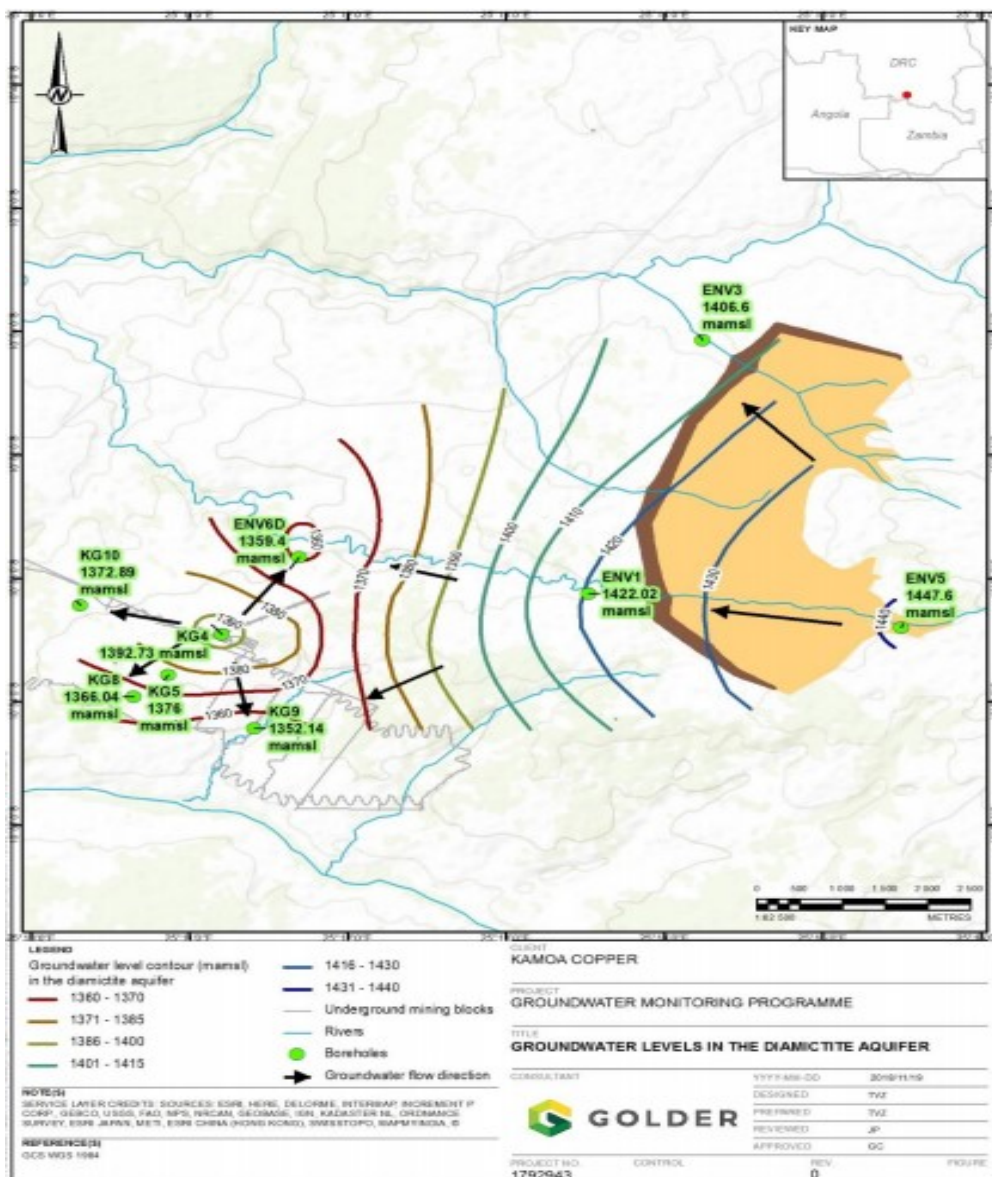


Figure 63: Couche aquifère de Diamictite (niveau élevé de confiance), (Golder Associates)

Couche aquifère de grès (distribution de point de repères moins idéale pour le niveau élevé de confiance)

- Niveaux piézométriques - mamsl 1325 au mamsl 1314 ;
- Sens d'écoulement - l'écoulement d'eaux souterraines est de nord-est au sud-ouest ;
- Gradient piézométrique - approximativement 1:60.

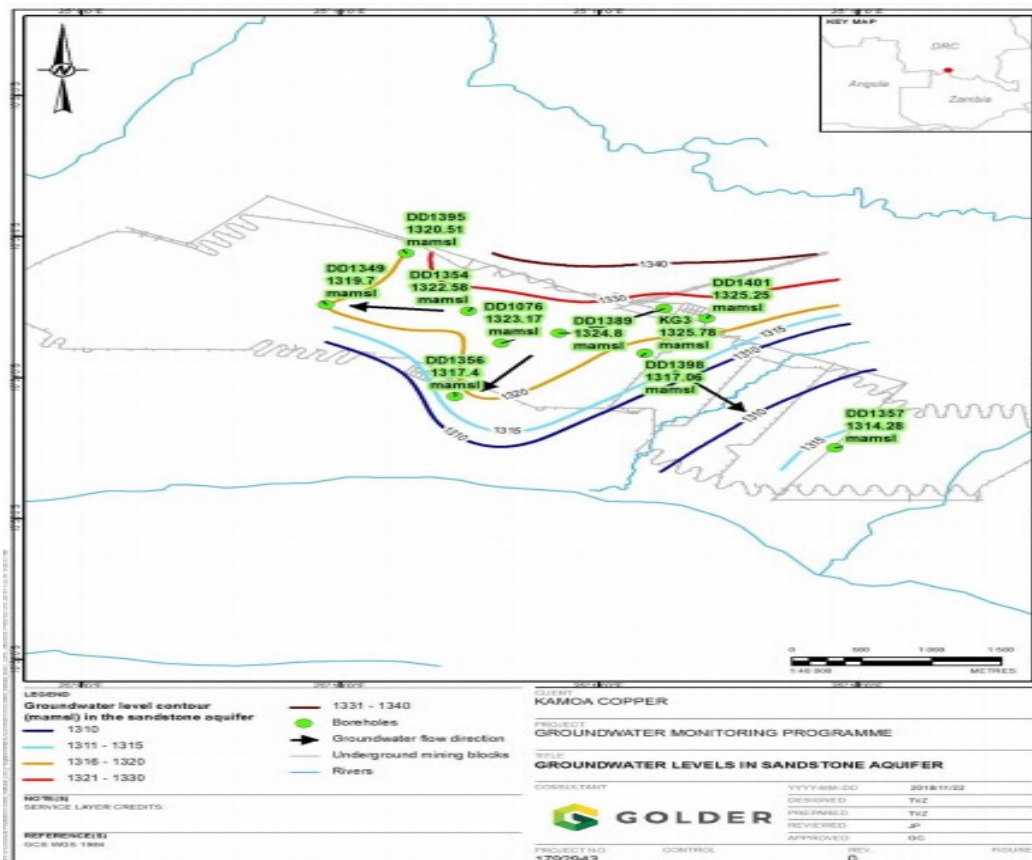


Figure 64: Couche aquifère de grès (distribution de point de repères moins idéale pour le niveau élevé de confiance), (Golder Associates)

3.2.4.4. L'identification des récepteurs présents tels les ouvrages de captage, les autres formations géologiques aquifères, les plans d'eau, les cours d'eau ou les milieux humides

3.2.4.4.1. Approvisionnement en eau

Les forages KG4 et KG6 sont actuellement employés en tant que puits provisoires d'approvisionnement en eau pour Boîte-couper et diminuent la construction. La proximité de ces forages, dedans ou de fonctionnements proches. Capacité de pomper ces forages dans le futur sera perdue au développement ou à l'asséchage. On lui recommande que désarmement de ces derniers des forages seront effectués par le

jointoiment et le remblai pour éviter la formation des conduits des couches aquifères intersecté au-dessus de la zone d'extraction.

Si l'approvisionnement en eau des sources d'eaux souterraines est exigé des secteurs alternatifs d'approvisionnement pour de construction ou d'extraction en eau le besoin d'être étudié.

3.2.4.4.2. Sources et évièrs

- **Recharge**

La recharge à la couche aquifère est la précipitation pendant la saison des pluies. Ceci a été confirmé par observation de l'accord entre les fluctuations de niveau d'eau observées à Kamoia/Kansoko et à précipitations cumulatives départ (CRD).

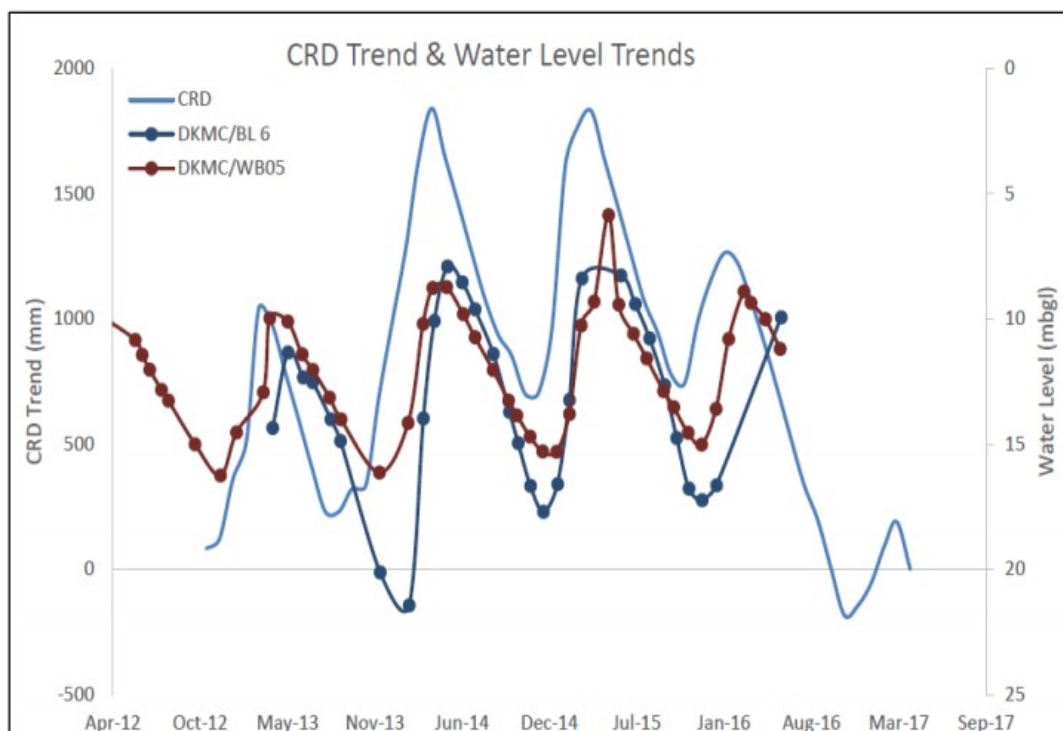


Figure 65: Les fluctuations de niveau d'eau dans la couche aquifère de diamictite près du Kansoko projettent le secteur comparé contre le CRD

Il n'y a aucune donnée saisonnière disponible pour la région de Kakula et par conséquent, ces tendances ne peuvent pas encore être validées dans la région de Kakula.

La collection des données quotidiennes d'écoulement de jet et du niveau d'eau surveillant des données améliorera de manière significative la quantification de la recharge au système et devrait être considéré pour la future phase du projet.

- **Éviers**

Actuellement il n'y a aucun utilisateur significatif de l'eau dans l'offre à grande échelle d'eaux souterraines de captation c.-à-d. ou travaux dans la mine. En conséquence, la recharge au système est actuellement équilibrée par contribution d'eaux souterraines à baseflow le long des drainages et des fleuves dans le bassin de captation.

3.2.4.4. L'établissement de la teneur de fond de la qualité des eaux souterraines et sa variabilité spatiale

Douze échantillons d'eaux souterraines ont été rassemblés du nouvellement foré surveillant des forages en septembre 2018.

Les endroits de prélèvement d'eaux souterraines sont indiqués sur le schéma. Des récipients préparés par laboratoire ont été utilisés pour le prélèvement. Le prélèvement a été effectué par un hydro-géologue de Golder aidé par le personnel de KAMCO du département de l'environnement. Les échantillons ont été préservés et embarqués à Exova Jones ambient Laboratoire au R-U. L'objectif principal du prélèvement était d'établir une ligne de base d'eaux souterraines pour le Kakula secteur et pour augmenter l'eau surveillant la base de données pour la région plus grande de KAMCO. Les paramètres de champ sont récapitulé dans le tableau 10 et résultats chimiques, pour les paramètres qui ont examiné au-dessus des limites de détection de laboratoire, sont présentés dans le tableau 99 avec de pleins certificats analytiques dans l'annexe C.

Les résultats de laboratoire des échantillons de champ sont récapitulés ci-dessous et sont comparés aux valeurs de l'OMS sur les Directives de l'Eau (2011).

Tableau 101: Les résultats de laboratoire des échantillons de champ

Borehole ID	Field parameters						
	Temp	pH	EC	TDS	Turbidity	DO	WL
	Degrees C		mS/cm	g/l	NTU	mg/l	mbgl
KG9	23.04	6.84	0.19	0.123	182	4.93	6.46
KG7	22.7	7.48	0.096	0.062	292	5.71	64.09
KG8	22.8	9.89	0.368	0.251	177	4.89	36.59
KG3	23.3	6.84	0.134	0.087	167	4.18	97.08
KG5	23.31	10.6	0.645	0.413	131	6.26	29.1
KG6	23.4	7.51	0.118	0.077	99.7	6.53	-
KG1	25.95	6.44	0.07	0.046	103	7.9	-
EVN1	23.15	6	0.158	0.103	238	6	12.33
EVN2	23.07	5.91	0.07	0.046	78.9	5.36	4.29
EVN3	22.39	5.66	0.054	0.035	100	3.94	8.89

	Sample ID	WHO Drinking water guideline	ENV0 1	ENV0 2	ENV0 3	ENV0 5	ENV0 6D	KG1	KG3	KG5	KG6	KG7	KG8	KG9
Dissolved Aluminium	ug/l	100	<20	<20	<20	<20	38	<20	22	2797	<20	<20	2971	<20
Dissolved Arsenic	ug/l	10	<2.5	<2.5	<2.5	9.9	2.6	<2.5	19.3	2.6	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
Total Dissolved Iron	ug/l	-	325	<20	10390	9632	34800	<20	18640	<20	995	140	<20	9452
Dissolved Manganese	ug/l	-	270	125	122	182	822	17	132	<2	115	<2	<2	262
Dissolved Vanadium	ug/l	-	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	2.5	<1.5	<1.5	2.9	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5
Dissolved Zinc	ug/l	-	8	3	36	20	64	36	75	5	66	<3	<3	17
Fluoride	mg/l	1.5	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	0.4	<0.3
Dissolved Calcium	mg/l		20.8	7.7	1.9	3.5	1.9	2.4	6.2	61.4	11.4	8.7	42.7	26.6
Dissolved Magnesium	mg/l		10.4	4.9	0.7	5	5.4	5.8	5.3	<0.1	5.9	2.5	<0.1	5.2
Dissolved Potassium	mg/l		1.6	1.9	0.5	1.4	5.1	2.7	3.1	11	2	5.1	6.1	4.2
Dissolved Sodium	mg/l		3.2	1.4	0.3	1.4	0.2	0.8	0.4	8.7	1.9	3.9	5.8	1.7
Sulphate as SO4	mg/l		0.7	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.3	4	22.5	1.9	7.9	22.4	<0.5
Chloride	mg/l		0.4	0.5	<0.3	0.7	<0.3	0.6	0.7	1.3	<0.3	0.5	0.9	0.5
Nitrate as NO3	mg/l	50	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.6	<0.2	0.3	0.5	<0.2	0.6	0.3
Nitrite as NO2	mg/l	3	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02

	Sample ID	WHO Drinking water guideline	ENV0 1	ENV0 2	ENV0 3	ENV0 5	ENV0 6D	KG1	KG3	KG5	KG6	KG7	KG8	KG9
Ortho Phosphate as PO4	mg/l		<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	0.15	<0.06
Total Alkalinity as CaCO3	mg/l		104	64	26	52	56	54	76	168	78	66	110	104
Electrical Conductivity @25C	uS/cm		185	83	20	61	74	82	90	593	107	99	325	170
pH	pH units	6 to 9	7.04	6.56	5.98	6.39	6.29	6.55	6.19	11.64	6.58	8.18	11.25	6.66
Total Dissolved Solids	mg/l	-	69	134	89	117	100	65	99	273	125	87	210	182
Turbidity	NTU		8	4.4	15.6	312	4.4	4.3	9	49.2	4.4	22.4	11.5	8.2

3.2.4.4.1. Paramètres physiques et macro chimie

Les paramètres physiques des échantillons prouvent que la qualité de l'eau de toutes les zones de couche aquifère est généralement de bonne qualité. Les emplacements KG5 et KG8 (diamictite inférieur) ont des valeurs du pH alcalines de 11,64 et de 11,25 respectivement. Emplacement ENV3 a un pH légèrement acide de 5.98. Le reste des emplacements ont la plupart du temps des valeurs du pH neutres. Turbidité pour les eaux souterraines situent ENV5 et KG5 est le plus haut à 312 et à 49 NTU respectivement. C'est probablement dû aux pauvres développements des forages avant le prélèvement. Le reste des échantillons d'eaux souterraines ont la turbidité de moins que 23 NTU.

La conductivité change de manière significative entre 20 et 593 uS/cm. KG5 et KG8 ont les valeurs les plus élevées à 593 et 325 uS/cm, respectivement. L'emplacement ENV3 a une salinité très basse de 20 uS/cm ou 89mg/L TDS.

Les cations principaux (CA, Na, K, et magnésium) ont des concentrations en moyenne en-dessous de 16 mg/l. L'anion principal (SO4, Cl, et NO3) le contenu est en moyenne

au-dessous de 8mg/L. Le contenu dominant d'anion est bicarbonate avec valeurs dans la gamme de 26 à 168 mg/l.

Le diagramme de joueur de pipeau (le schéma exposition de 9) que l'anion dominant est bicarbonate. KG7 ne montre aucune dominance en termes des cations, KG9, KG8 et KG5 sont grouper distinct qui ont un CA signature dominée. ENV06D, ENV5 et KG1 ont une signature dominante de magnésium et tous autres forages ont la signature de Ca/MG.

Les niveaux de nitrate et de phosphate sont très bas ou au-dessous des limites de détection pour l'apparence d'eaux souterraines cela les activités anthropogènes n'ont pas affecté les eaux souterraines à l'emplacement à jour.

3.2.4.4.2. Oligoéléments

Très peu des oligo-métaux analysés pour ont été rapportés au-dessus des limites de détection. Seulement Al, As, Fe, manganèse, V, et Zn ont été détectés dans les échantillons d'eaux souterraines.

L'aluminium (Al) change considérablement entre 0.022 à 2.971 mg/l, avec des valeurs très élevées rapportées dans les forages KG5 et KG8, à 2.8mg/l et à 2.9mg /, respectivement. Les deux trous sont forés dans le diamictite inférieur. Arsenic (Comme) dépasse la valeur de directive de 10 ug/l dans ENV5 et KG3, à 9.9 et 19.3 ug/l, respectivement. Valeurs du fer (Fe) être également très haut dans quelques échantillons, et change entre 0.14 et 34.8mg/l et une moyenne de 10mg/L. C'est très probablement une fonction de la géologie et du weathering locaux du matériel de couche aquifère. Le vanadium (v) était seulement détecté dans ENV6D et KG5 ;et les niveaux de zinc (Zn) étaient bas à entre 3 à 75 ug/l.

La salinité, la macro-chimie et les concentrations en métal des eaux souterraines indique typiquement qu'il y a le temps de séjour court et la recharge rapide est dérivé de de la précipitation. KG5 et KG8 cependant dévient du reste des échantillons s'est rassemblé, ces emplacements ont la salinité relativement élevée. Les deux forages sont forés dans le diamictite inférieur et ont des valeurs hydrauliques basses de conductivité. Salinité et les concentrations en métal en dedans ces forages sont considérés comme représenter la vieille eau dans une zone d'aquitard.

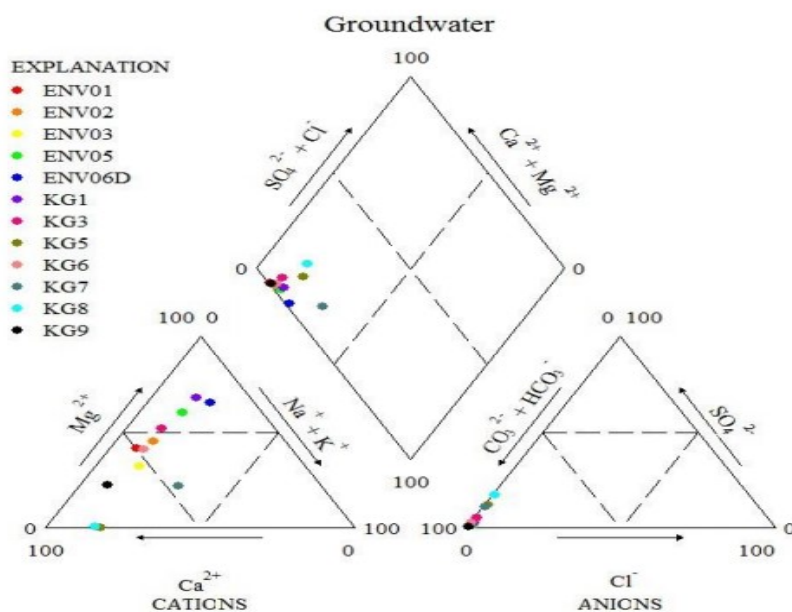


Figure 66: Répartition des sondages d'eaux souterraines dans le diagramme tri ternaire chimique

3.2.4.4.3. Qualité de l'eau de couche aquifère

Les forages permettent d'accéder au but des différentes couches aquifères pour la surveillance de la qualité d'eaux souterraines.

Du diagramme de pipeau de tous les échantillons de terrain dans un secteur semblable du diagramme et sont classifiés As les eaux de bicarbonate de calcium.

Du diagramme ternaire dans les cations de représentation gauches inférieurs (magnésium, calcium, et sodium plus le potassium), il peut cependant voir qu'il y a des différences entre les différents échantillons basés sur le contenu de cation. Par exemple, KG5 et KG8 proportionnellement sont enrichis dans le CA comparé aux autres échantillons. Une fois que la qualité de l'information et de l'eau de notation de forage est sûre comparé des tendances entre les types de couche aquifère peuvent être établies. Les expositions du tableau 48 choisissent des paramètres de qualité de l'eau comparée à la couche aquifère principale identifiée des notations de forage.

Tableau 102: Les paramètres de qualité de l'eau comparée à la couche aquifère principale

Representative aquifer	Borehole ID	Water quality parameters						
		pH	EC	TDS	SO ₄	Al	As	Fe
			uS/cm	mg/l	mg/l	ug/l	ug/l	mbgl
Upper diamictite/Lower diamictite	KG1	6.55	82	65	1.3			325
	KG6	6.58	107	125	1.9			
Lower diamictite	KG8	11.25	325	210	22.4	2971		
	KG5	11.64	593	273	22.5	2707		
	KG9	6.66	170	182	<0.5			
	ENV6D	6.29	74	100	<0.5	38	2.6	34800
Sandstone	KG7	8.18	99	87	7.9			
	KG3	6.19	90	99	4	22	19.3	
Kalahari	EVN1	7.04	185	69	0.7			325
	EVN2	6.56	83	134	<0.5			
	EVN3	5.98	20	89	<0.5			10390
	EVN5	6.39	61	117	<0.5		9.9	9632

Les tendances suivantes peuvent être distinguées pour les différents types de couche aquifère :

- Les forages d'ENV sont principalement construits dans la formation de Kalahari (à l'exclusion d'ENV6D) et sont caractérisé par macro qualité de l'eau généralement très bonne. C'est un résultat de la recharge directe des précipitations dans la couche aquifère, et montrent dans certains cas également une tringlerie directe entre les jets extérieurs et les eaux souterraines (c.-à-d. EVN3).
- Du fer est élevé dans les forages d'ENV. La source directe du Fe n'est pas claire il peut être un résultat de enveloppe en acier de forage utilisée ou alternativement par suite des bactéries de fer dans la zone peu profonde de couche aquifère.;
- Les niveaux de sulfate sont très bas dans les forages de Kalahari indiquant une absence de n'importe quel sulfure matériaux dans la formation de couche aquifère.

- Les forages construits dans le diamictite inférieur (KG8 et KG5) montrent le pH très alcalin et l'Al élevé.

L'essai cinétique des échantillons de rebut de roche (développement de toit et de mur) a également eu comme conséquence le pH alcalin et Al élevé.

Les résultats d'analyse de XRD indiquent que le diamictite inférieur comporte de petites quantités de la calcite et dolomite qui expliquent probablement le buffering du système aux valeurs du pH élevées. Dans un environnement alcalin de pH des métaux tels que l'aluminium sont solubles et se produisent As :

- SO₄ est également légèrement élevé (~22 mg/l) dans les forages inférieurs de diamictite comparés à l'autre couche aquifère mg/l des forages (0 à 8).
- Le forage KG7 et KG3 sont construits dans la couche aquifère de grès et montrent la qualité de l'eau très distincte. Excédante de la norme d'eau potable pour comme est observé en résultats de KG3. La Géochimie a montré le potentiel des lixiviants pendant l'essai cinétique des échantillons de rebut de roche (Golder, 2018).

3.2.4.4.4. Utilisation de l'eau, traitement et conditions de décharge

3.2.4.4.4.1. Qualité d'eaux souterraines

Les eaux souterraines sont de bonne qualité pour l'usage dans le boire et la construction avec les notes suivantes :

- L'eau de Kalahari - l'excellente qualité mais des colonies des bactéries de Fe présentes nécessitera ainsi une étude aider à empêcher croissance de bactéries de fer ;
- Diamictite supérieur - excellente qualité pour tous utilisations ;
- Le diamictite inférieur (zone de mine) - pH élevé et eau modérée de salinité est moins idéal pour la construction et le boire mais actuellement n'exige aucun traitement ;
- Grès - excellente qualité d'expositions, représentant de recharge rapide de précipitation, de quelque manière que la présence de l'aluminium et de l'arsenic légèrement élevés peut présenter un souci. Les niveaux de ces deux des oligo-métaux doivent être surveillés avec le temps. Cette eau appropriée idéalement à la construction.

3.2.4.4.4.2. Qualité de l'eau de mine

On le considère que l'eau inférieure de diamictite sera la plupart du temps produite pendant le mien et que le mélange avec la couche aquifère de grès (footwall) l'eau se produira.

Cependant l'eau n'exigera pas de traitement avant la décharge basée sur les données actuelles.

Le pH, tellement haute, cependant devra être surveillé sur (quotidien ou par semaine) une base régulière

3.2.4.4.4.3. Sommaire de qualité de l'eau de ligne de base

Il peut conclure de l'événement de prélèvement de septembre 2019 ce les ressources d'eaux souterraines au la région d'extraction proposée de Kakula, sont en état très bon. On observe des exceptions pour Al d'oligoéléments.

En tant que celle excéder les directives d'eau potable d'OMS pour KG3, KG5 et KG8. Kinetic examinant (Golder, 2018) des matériaux de rebut de roche et de produits de queue a prouvé que pH alcalin, Al sont probables des déchets, de ce fait expliquant la présence de ces oligo-métaux dans les eaux souterraines.

Des niveaux alcalins de pH sont observés pour KG5 et les niveaux élevés de KG8 du pH pourraient indiquer que l'eau est dure.

L'eau calcareuse ne pose pas un risque sanitaire mais peut poser des problèmes esthétiques. La solubilité d'Al augmente également aux hauts niveaux de pH, qui est observé dans les deux forages. Élevé comme est limité aux forages KG3 et ENV5.

Bien qu'il n'y ait aucune norme d'eau potable pour le Fe, les valeurs ont mesuré les niveaux élevés (> 10 mg/l) mesuré pourrait causer quelques issues si les eaux souterraines servent d'une source d'eau. Dans les eaux contenant les sels ferreux, l'oxydation par des bactéries de fer (ou par exposition à l'air) peut causer les dépôts rouille-colorés dessus les murs des réservoirs, des pipes et des canaux et du transfert des dépôts dans l'eau.

Quand la qualité de l'eau est évaluée en termes de types de couche aquifère, on peut observer des types distincts de l'eau. Il y a les différences claires entre la diverse couche aquifère dactylographie ;Kalahari, grès, diamictite supérieur et diamictite inférieur. Les différences de qualité de l'eau sont liées à la lithologie de centre serveur et rechargent des mécanismes.

La macro chimie des échantillons d'eaux souterraines et d'eau extérieure sont très comparable, indiquant une tringlerie entre les systèmes d'eaux souterraines et le streams/rivers.

3.2.4.4.4.4. Qualité d'eaux souterraines

Pour la ligne de base des eaux souterraines, douze échantillons ont été analysées par Exova Jones Environmental.

Laboratoire au R-U pour des paramètres physiques, macro chimie et oligo-métaux. L'exposition de résultats :

- La couche aquifère de Kalahari indique la bonne qualité mais avec les niveaux élevés de Fe (jusqu'à 34800 mg/l) ;
- Le diamictite supérieur indique la bonne qualité de l'eau ;

- Abaisser le diamictite a eu une qualité de l'eau plus faible en comparaison des autres couches aquifères actuelles :
 - Valeurs du pH alcalines (11.25 et 11.64) et Al élevé
 - La conductivité change de 170 uS/cm à 593 uS/cm.
- Le grès indique la bonne qualité de l'eau avec de l'Al élevé et comme à KG3.

3.2.5. De l'étude de modélisation

Les unités géologiques, leur composition, leur structure et la stratigraphie du site ; une carte géologique accompagnée des coupes stratigraphiques appropriées ; la définition des unités hydro stratigraphiques et une discussion de leurs caractéristiques hydrauliques et de leur variabilité spatiale et les cartes et coupes requises pour présenter l'hydrogéologie du site y compris celles présentant notamment la distribution des charges hydrauliques mesurées, les directions d'écoulement des eaux souterraines, et les zones de recharge et de décharge telles que les rivières, les résurgences, les sources, les ouvrages de captage, les drains, les fossés drainants feront l'objet de ce grand point.

3.2.5.1. Ordre Hydro stratigraphique

L'ordre stratigraphique est largement divisé en cinq zones chez Kakula, à savoir ; les sédiments de Kalahari, terrains de recouvrement, diamictite supérieur, diamictite inférieur et grès basique. Comparativement la succession hydrogéologique est pareillement classée dans cinq larges zones.

➤ **Couche aquifère de Kalahari**

La couche aquifère de Kalahari, localement désignée sous le nom du dilungus, sont des couches aquifères primaires de porosité qui se produisent à travers secteur d'étude. Pendant la saison des pluies le dilungus sont saturés. Les Décharge de ces couches aquifères aux couches aquifères secondaires fondamentales se produisent tout au long de l'année jusqu'à ce que la saturation du dilungus diminue vers la fin de la saison sèche.

➤ **Terrains de recouvrement**

L'altération du diamictite se produit à une profondeur d'approximativement 40 m, des occurrences locales excèdent 60 m.

Les terrains de recouvrement se composent du diamictite fortement superficiel par les agents, provoquant une zone saprolitique de couche aquifère qui fait la transition dans une zone de saprolite.

➤ **La zone supérieure de couche aquifère de diamictite**

Cette unité a le potentiel d'eaux souterraines moyen à élever. Comme prévu dans une roche rompue, on a observé l'environnement de couche aquifère, variabilité significative

dans les essais de couche aquifère qui visent les terrains de recouvrement et couche aquifère supérieure de diamictite. Neuf essais de couche aquifère effectués indiquent une gamme hydraulique de conductivité entre 0.002 m/d à 5.9 m/d et un moyen géométrique de 0.05 m/d.

➤ **La zone inférieure de la couche aquifère de diamictite**

Les couches aquifères supérieures et inférieures de diamictite ont été différenciées dans deux unités de couche aquifère au-dessus et au-dessous de la Couche de KPS. Là où le KPS n'est pas présent les terrains de recouvrement recouvrent directement le diamictite inférieur. Les notations de forage indiquent qu'une réduction significative des grèves de l'eau est produite avec l'augmentation de la profondeur.

Sur cette base le diamictite inférieur a été encore différencié dans deux zones ; en haut, une zone de perméabilité modéré et une zone plus profonde de perméabilité inférieure.

Les essais de couche aquifère accompli dans cette zone ont indiqué que les valeurs de conductivité dans le diamictite inférieur changent au-dessus des plusieurs ordre de grandeur. Le moyen géométrique des conductivités obtenues pour le diamictite inférieur le mur accrochant sont dans l'ordre de 5.0×10^{-4} m/d tandis que dans la zone d'extraction les valeurs de conductivité diminuent à 2.0×10^{-4} m/d.

➤ **Couche aquifère basique de grès**

La couche aquifère basique de grès est considérée comme de perméabilité modérée. Les pompages d'essai et les essais d'emballer ont indiqué qu'il y a de variabilité significative dans la conductivité dans cette zone c.-à-d. 1.9×10^{-4} m/d - 2.6 m/d. Le moyen géométrique des conductivités en trous examinés est 0.02 m/d.

Les valeurs de conductivité du grès se produisant sous le diamictite pose c.-à-d. pas dans les dômes de grès semblent avoir des valeurs considérablement plus basses de conductivité que ceux prévu dans la Région de Kansoko. En outre, on l'a précédemment conceptualisé que le grès peut comporter de la couche moins conductrice de haut et une couche plus conductrice inférieure. Ce n'était pas cependant évident dans essai récent.

3.2.5.2. Un modèle conceptuel de l'hydrogéologie du site

3.2.5.2.1. Lithologie et intersection de couche aquifère

Le choix et le forage de 16 forages de test/monitoring a fourni une distribution proportionnée d'information hydrogéologique à travers la région de Kakula pour le niveau de PFS.

La lithologie et les couches aquifères ont été impliquées comme suit :

- Kalahari et couches aquifères de terrains de recouvrement : 3 forages ont intersecté des grèves de l'eau en cette couche aquifère ;
- Diamictite supérieur : 5 forages ont intersecté 18 grèves de l'eau avec 70% > 1 l/s;

- Abaisser le diamictite : 11 forages ont intersecté 51 grèves de l'eau dont tout plus profondément que 150 m étaient < 0.3 l/s ;
- Grès : 3 forages ont intersecté 4 grèves de l'eau en cette lithologie avec 75% > 5 l/s.

Afin d'y arriver, le model conceptuel hydrologique va prendre en compte les Caractérisations hydrogéologiques développées depuis le début du régime en définissant :

- Les couches aquifères présentent - occurrence et profondeur des couches aquifères en lithologies actuelles ;
- Niveaux et écoulement piézométriques - niveaux d'eaux souterraines et sens d'écoulement en dedans et entourant le secteur d'extraction.

3.2.5.2.2. Occurrence et réglage de couche aquifère

En eaux souterraines de réglage hydrogéologiques typiques un écoulement et le développement de couche aquifère sont étroitement liés à la géologie et la géologie structurale d'un secteur et donc la géologie forme la base sur laquelle le modèle conceptuel hydrogéologique est construit. La nature et la distribution des unités géologiques, et les structures géologiques commandent l'hydrogéologie du secteur d'étude de Kakula.

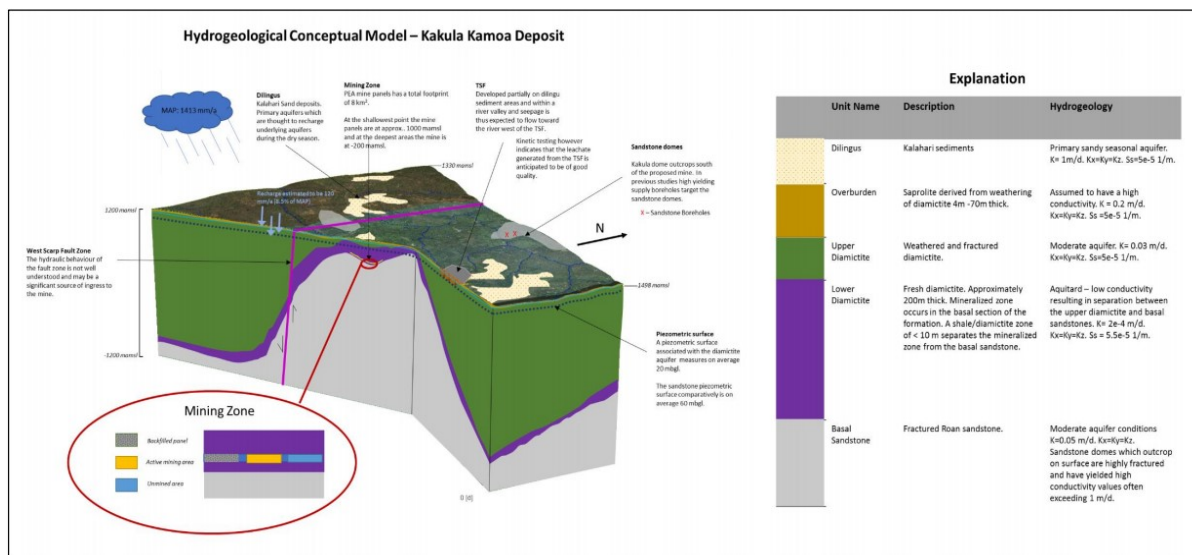


Figure 67: Le modele hydrogéologique du gisement de Kamoia – Kakula (Golder Associates)

3.2.5.3. Une brève description du code numérique utilisé ainsi qu'une discussion et une justification des valeurs de paramètres employées dans le modèle

3.2.5.3.1. Modèle numérique

Les résultats principaux du modèle numérique sont récapitulés ci-dessous.

- Le modèle numérique d'écoulement et de transport d'eaux souterraines a été basé sur la compréhension conceptuelle du système de couche aquifère dans la région plus large de Kakula. Les objectifs principaux du modèle sont à ;
- Fournir une évaluation de l'entrée d'eaux souterraines aux fonctionnements souterrains,
- Caractériser l'impact de l'asséchage sur des récepteurs proximaux à la mine proposée
- Caractériser l'impact des sources de contaminant sur les récepteurs dans la proximité de la mine.
- Modeler et entrepris sur base du plan 2017, dès l'entrée à la mine active les panneaux est dans l'ordre de 24 l/s tandis que l'entrée aux secteurs externes de panneau est dans l'ordre de 6 l/s/km.
- Là où l'exploitation se produit à l'est de la faille occidentale de scarp l'abaissement du niveau maximum dans la couche aquifère peu profonde est a compté être dans l'ordre de 65 on s'attend à ce que le m. négligeable à de bas impacts influence des récepteurs As conséquence de les miens asséchant.
- Modeler a démontré l'incertitude liée au défaut occidental de scarp en termes de conductivité et comportement hydraulique. On lui a montré que si le défaut se comporte comme fortement conducteur conduit comme décrit dans les travaux précédents, alors il est probable que le cône de la dépression se soit associé au mien l'asséchage sera étendu le long de la zone faillée et effectuera les zones de couche aquifère de haut recouvrant la mine. Comparativement, si la zone faillée est sensiblement moins conductrice qu'alors conceptualisé prévu l'impact sur des ressources d'eau de surface sera plus limité.
- La modélisation de l'infiltration de l'installation de stockage des résidus miniers (TSF) à établir pour KAMCO montre que les infiltrations de contaminants prouvent que le revêtement du sable du Kalahari est efficace et il a le plus grand avantage pour la gestion des mouvements de contaminants et l'inhibition globale des contaminants. Le mouvement de TDS simulé montre que la qualité de la rivière Ngulube n'est pas affectée de manière significative si toutes les zones de sable du Kalahari sont protégées par un revêtement et que la TDS résultante dans la rivière est très inférieure à la valeur de référence de 500 mg / l établie par ICOLD (1996). TDS.
- Sur la base des données actuelles et des résultats des simulations du modèle, Golder recommande que la formation de Kalahari soit alignée dans son intégralité en tant que mesure efficace pour gérer le mouvement des contaminants et les impacts de la TSF ;
- Les lithologies autres que le Kalahari n'auraient pas besoin d'être alignées. La construction et le dépôt peuvent donc se poursuivre pendant les premières années jusqu'à ce que la zone du bassin atteigne le Kalahari.

3.2.5.3.2. Modèle numérique

Le modèle numérique a été développé en utilisant toutes les données hydrogéologiques disponibles afin de construire un outil de ce qui peut faciliter des apports de prévision et au déclin de la mine souterraine. L'installation et la simulation modèles des résultats sont discutés dans les sections suivantes.

3.2.5.3.2.1. Objectifs Modèles

Les objectifs modèles étaient comme suit :

- Déterminer les apports d'eaux souterraines aux fonctionnements souterrains avec le temps ;
- Estimer les apports au déclin pendant la phase de construction ;
- Estimer les apports à la mine souterraine pendant la phase opérationnelle de la mine ;
- Mesurer le rayon d'influence et des fleuves potentiellement vulnérables de récepteurs c.-à-d., ressorts, eaux souterraines utilisateurs etc...Ceci sera employé pour guider les eaux souterraines surveillant la planification ;
- Déterminer l'ampleur possible des plumes de contamination liées à l'infrastructure de mine et projeter en conséquence un programme de contrôle pour la détection tôt de la contamination ;
- Le modèle sera employé pour identifier des lacunes de données et l'incertitude modèle et par conséquent sera employée pour se focaliser futures investigations pendant l'étape de faisabilité.

3.2.5.3.2.2. Choix Modèle De Code

Le modèle a été développé en utilisant Feflow, un écoulement élément-à fleur de terre fini modelant des paquets. Feflow est un paquet commercial qui est largement utilisé dans l'industrie minière et par conséquent a été commercialisée intensivement.

La flexibilité de la maille finie d'élément tient compte de l'inclusion explicite des fleuves, des contacts géologiques et du défaut les zones, les forages et une mine détaillée projettent.

3.2.5.3.2.3. Prétentions modèles

Les prétentions principales suivantes ont été employées dans le modèle :

- Les couches aquifères rompues de roche sont hétérogènes. Cependant, afin de modeler le système, le concept d'une approche élémentaire représentative de volume a été adopté.
- La base de données existante des valeurs hydrauliques de conductivité de couche aquifère est fortement variable. En dépit du significatif variable, on le suppose que

le système peut, pour la prise de décision, être représenté par a le moyen géométrique des données s'est rassemblé pour chacune des zones hydrogéologiques identifiées.

- La storativité des couches aquifères n'ont pas été dû déterminer à un manque de surveiller des données actuellement disponibles. On le suppose que le stockage spécifique du système peut être représenté par une valeur de $\bar{\alpha}$ -5 1/m.
- On assume que des fleuves se comportent en tant que gagner le type jets. En raison de la profondeur à moi au-dessous de la surface il est non prévu que la mine asséchante influencera les jets et par conséquent la frontière contrainte de fleuve les conditions sont applicables.
- On le suppose que suivre l'exploitation d'un panneau, remblayant se produira. Basé sur le programme disponible, un secondaire-panneau du \pm 80000m² sera extrait à un taux de 50 jours. On le suppose que l'asséchage se produira seulement dedans un secondaire-panneau pendant l'exploitation active. Suivre ne remblayant aucun asséchage du secteur extrait-dehors se produira.
- Aucune donnée de couche aquifère pour le défaut occidental de scarp dans la proximité de Kakula n'est actuellement disponible. La structure est régionalement étendue et a eu comme conséquence le déplacement significatif. On le suppose que la structure est fortement conducteur dans toute la succession hydrogéologique.
- Une vérification du modèle et une analyse de sensibilité. La vérification du modèle s'effectue en présentant les résultats de l'ajustement du modèle. La source et l'importance de l'erreur entre les valeurs mesurées et les valeurs calculées doivent faire l'objet d'une discussion. Une analyse de la sensibilité est incluse. Cette dernière doit permettre d'apprécier la sensibilité du modèle par rapport aux variations des valeurs des paramètres, des dimensions de la grille, des conditions limites et des critères d'ajustement.

3.2.5.3.2.4. États modèles de domaine et de frontière

Le domaine modèle entoure une surface totale de 1200 km².L'ampleur du modèle est alignée avec l'examen des dispositifs géographiques tels que les rivières et les affluents. Les frontières ont été choisies à 9 kilomètres plus grands qu'à partir la région d'extraction proposée de Kakula et par conséquent on le considère peu probable que les frontières choisies seront changés par l'asséchage de la mine et par conséquent acceptable. Une maille finie triangulaire d'élément a été produite pour le domaine. La maille comporte d'approximativement 71462 nœuds et 142597 éléments par tranche. L'ordre hydro stratigraphique et la zone d'extraction sont représentés en utilisant neuf couches modèles. La description modèle de domaine et de maille sont indiquées sur le schéma.

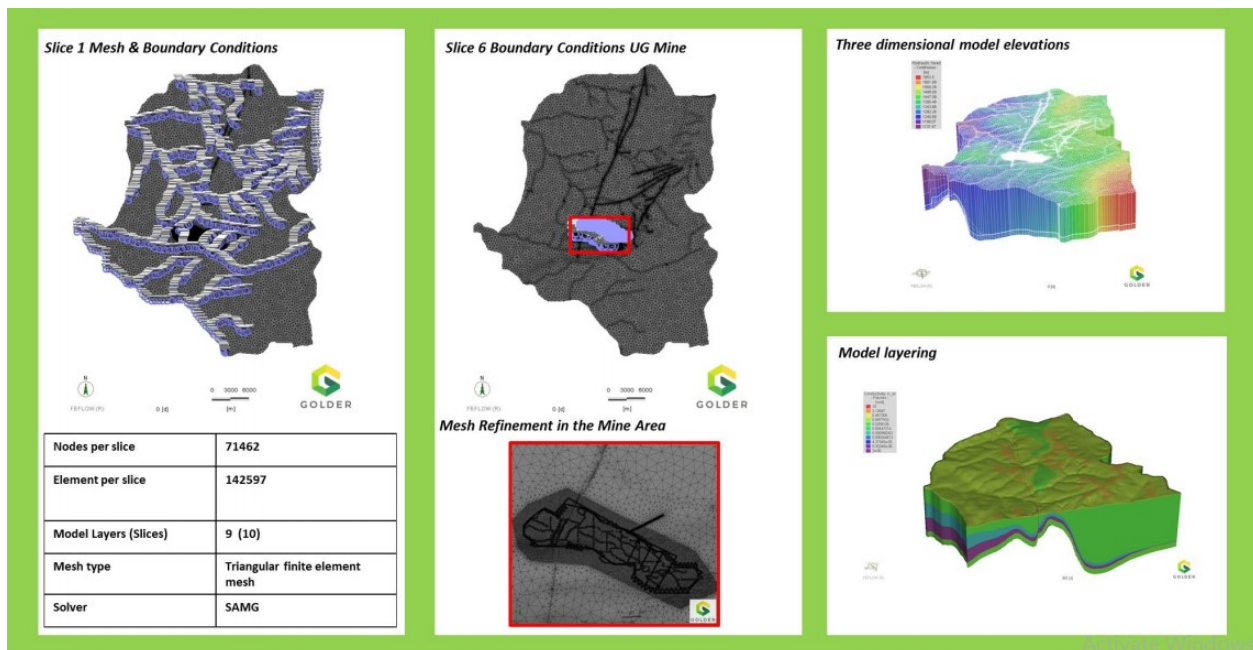


Figure 68: Modèle Et Installation Numériques De Maille (Golder Associates)

Frontières modèles externes

- La frontière méridionale a été alignée avec la rivière de Kafupana et la rivière de Lufupa. Les rivières étaient assignées avec le type états de Dirichlet de frontière égaux dans l'altitude à la topographie extérieure. Écoulement des contraintes ont été assignées sur tous les fleuves pour simuler gagner le type états de jet.
- Les frontières nordiques, occidentales et orientales ont été en grande partie alignées avec les eaux souterraines impliquées se divise.

Les eaux souterraines se divisent sont considérées comme type spécial de frontière de Neumann c.-à-d. un état de frontière de débit nul.

Frontières modèles internes

- Les fleuves internes dans le domaine sont pareillement considérés en tant que gagner le type fleuves et ont été assignés

Les états de frontière de Dirichlet égalent dans l'altitude pour apprêter topographie et contraint à simuler gagnant le type états de jet.

3.2.5.3.2.5. Couches modèles

Le modèle géologique saute-mouton pour le bloc d'exploitation de Kakula a été employé pour guider le modèle hydrogéologique couches (la figure 66). O

Couches Modèles Hydrogéologiques

- les morts-terrains
- Haute diamictite
- Basse Diamictite (zone supérieure)
- Basse Diamictite (zone inférieure) (La couche 5 représente la zone minéralisée)
- Grès basal

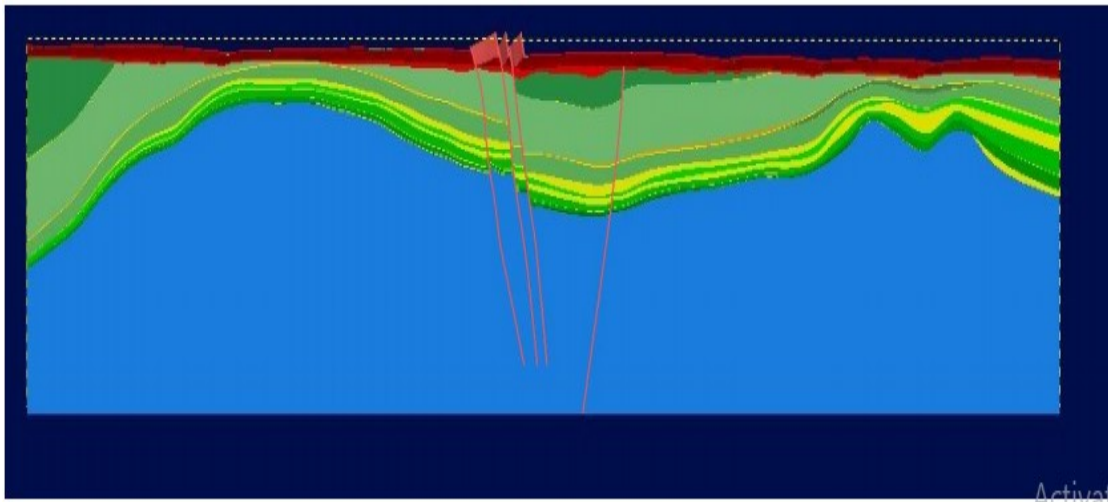


Figure 69: Model géologique saute-mouton 2018

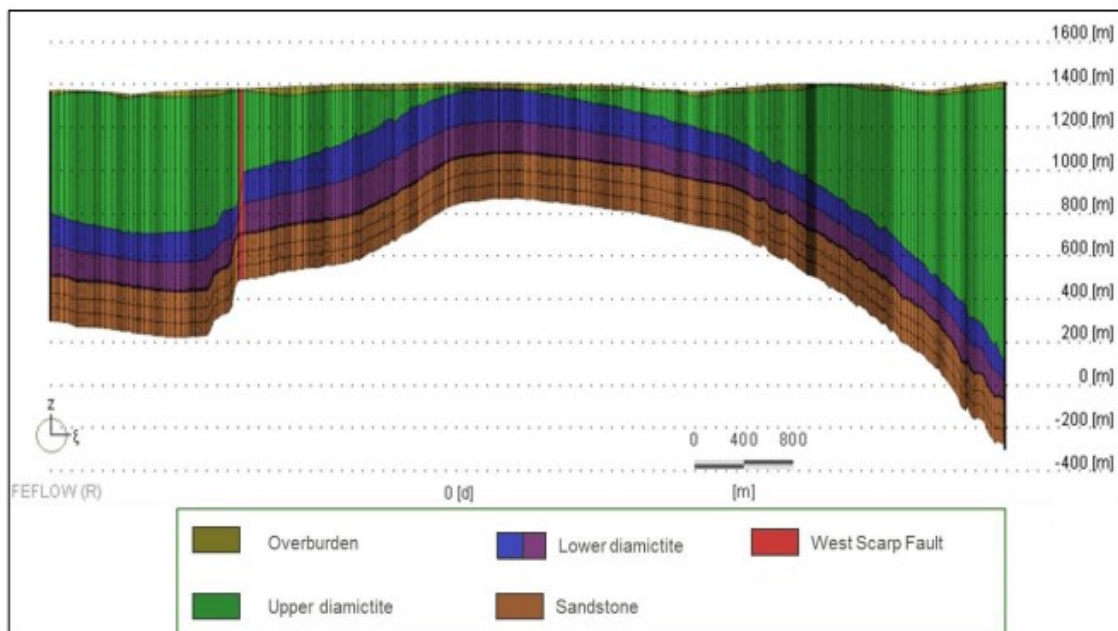


Figure 70: Poser Modèle De Feflow (Golder Associates)

L'épaisseur du modèle est variable due aux strates en pente rapide de plongement dans la partie orientale du domaine.

On assume que les grès basiques ont une épaisseur dont de 210 m au-dessous les valeurs de conductivité diminuer sensiblement et pouvoir être considéré comme aquiclude.

Les paramètres hydrauliques du grès au-delà de 80 m n'est pas connus et par conséquent il y a un niveau de l'incertitude s'est associée à cette prétention. La conséquence d'un changement d'épaisseur au modèle est examinée en tant qu'élément de l'analyse de sensibilité.

Sources et éviars

Actuellement, seulement une fois outre de la surveillance des niveaux d'eau ont été entrepris dans la proximité du dépôt de mine de Kakula. Cependant, des données de niveau d'eau ont été rassemblées mensuellement des secteurs de Kansoko et de Kamoa bail. Les forages en représentant la couche aquifère de diamictite montrant une fluctuation saisonnière significative dans le niveau d'eau par suite de recharger des précipitations et confirmer donc la précipitation comme source importante des eaux souterraines au système.

Approximativement 30 forages ont été précédemment surveillés, avec la fluctuation saisonnière changeant de manière significative de forage au forage.

La méthode de fluctuation de table de l'eau est la plus applicable pour l'usage peu profond des couches aquifères où les niveaux des élévations d'eau sont une conséquence de recharge arrivant à la table de l'eau. Dans la plupart des forages de surveillance peu profonds, des conditions de confinement ne sont pas répandus mais les conditions semi-confinées par roche plutôt rompues sont prédominantes.

La méthode de fluctuation de table de l'eau a été cependant considérée comme sur les forages de Kamoa/Kansoko pour obtenir une gamme possible dans la recharge qui pourrait être employée dans le modèle. On suppose que les forages de Kansoko sont dans l'ordre de 0.5% -1% et avaient une storativité de la couche aquifère moyenne 12m. On estime que la recharge correspondante est dans l'ordre de 60 -120 mm/a (c.-à-d. 4.3 -8.5% de la CARTE). Pour l'impact des buts d'évaluation une approche conservatrice est adoptés, et on assume que la recharge est dans l'ordre de 120 mm/a. L'évaluation courante de recharge est cependant associée à l'incertitude élevée et la confiance sera requis pour être amélioré en tant qu'élément de futures phases de travail.

Il n'y a actuellement aucun effort significatif dans la captation d'eaux souterraines et par conséquent, pré-extrayant on pense la recharge au système pour être équilibré par des pertes de décharge et d'évapotranspiration dans zone riparian.

3.2.5.4. Les résultats et prédictions

Des données majeures et des oligo-éléments ont été recueillis par Ivanhoe en 2009 de la zone minéralisée et du grès des pieds dans le forage DKMC_DD019. Les analyses ont été réalisées dans les laboratoires ultra trace, et elles comprenaient une suite d'éléments majeurs (10 éléments plus le type de fluorescence à rayons X (XRF) et de la perte sur allumage (LTA), ainsi qu'une suite d'éléments de traçage à plasma à couplage inductif (ICP) de 46 éléments. Les résultats indiquent que l'enrichissement de la concentration est possible en proportion de l'altération potassique (feldspath – séricite). Une étude MSc a été achevée à la Colorado School of mines sur la stratigraphie, la diagénétique et hydrothermale altération, et la minéralisation, et un document d'accompagnement a été publié en géologie économique (Schmandt, et al, 2013). Les principales conclusions de l'étude sont les suivantes:

1. le grand conglomérat diamictite a été formé par le transport de masse et les écoulements gravitaires sédimentaires d'origine glaciaire dans un environnement marin localement anoxique, actif sur le plan tectonique.
2. la framboïdale diagénétique précoce et la pyrite cubique postérieure associée à la minéralisation du cuivre peuvent être indicatives de l'activité hydrothermale précoce.
3. les assemblages minéraux d'altération hydrothermale ultérieurs dans le grand conglomérat inférieur sont stratigraphiquement zonés, les tendances d'un assemblage de la potassique et de la silicification dans les unités stratigraphiques inférieures à un assemblage de l'altération de magnésium dominant plus haut dans la stratigraphie.
4. les études isotopiques du soufre indiquent que la majeure partie du soufre dans les sulfures de cuivre provient du sulfure de fer diagénétique précoce.
5. les analyses d'inclusion des fluides indiquent que le fluide formant la minéralisation était une solution saline, de ~ 23 à 26% en poids en poids de NaCl, et qu'il y avait des températures d'homogénéisation (TH) variant de 210 ° c à 240 OC. Deux études supplémentaires terminées récemment ont été résumées dans les journaux publiés dans les revues *Sedimentology* (Kennedy et coll., 2018) et *African Journal of Earth Science* (Twite et coll., 2019). Ces études ont mis en évidence l'importance des failles de croissance syn-sédimentaires et leur rôle dans la localisation des hautes teneurs (Twite et coll., 2019) et l'origine des paquets épais de diamictite sous forme de coulées subaquales (plutôt que de dépôts glcial primaires) en réponse aux failles et à l'affaissement rapide du bassin (Kennedy et al., 2018).

Études de pétrologie, de minéralogie et de recherche Ivanhoe, par l'entremise du partenariat pour l'éducation des mines Laurentienne-Ivanhoe, finance en partie deux projets de recherche doctorale et trois projets de recherche MSc sur Kamoa-Kakula.

Les domaines de recherche comprennent:

- Fluides minéralisants des gisements de Kamoa-Kakula;

- L'histoire géologique de la matrice diamictite à Kamoakakula;
- La géochronologie U – Pb de la succession d'hôtes Kamoakakula;
- Contrôles stratigraphiques et géochimiques sur Kamoakakula;
- Géochronologie re-os des minerais de minerai de Kamoakakula.

3.2.5.5. Les limitations du modèle

3.2.5.5.1. État d'équilibre Modelant Des Paramètres - Modèle D'Écoulement

Le domaine modèle est aligné avec les frontières physiques topographiques telles que des lignes de partage et des rivières.

Des lignes de partage extérieures sont impliquées pour se comporter pendant que les eaux souterraines se divisent et sont par conséquent considérées comme frontières de débit nul. Les frontières étaient a choisi une distance significative du centre d'intérêt de réduire l'effet des influences artificielles de frontière.

Des rivières sont traitées en tant que gagner le type frontière principale fixée de fleuves c.-à-d. avec une contrainte maximum d'écoulement de zéro. Afin du modèle et la relation de la mine proposée à apprêter, ceci est considérée une prétention valide.

On a assumé que la recharge de recharge est dans l'ordre de 120 mm/a ou 8.5% de la CARTE.

3.2.5.5.1.1. Forages et taux de pompage

Il n'y a actuellement aucune occurrence significative d'abstraction d'eaux souterraines dans la captation.

3.2.5.5.1.2. Conductivité Hydraulique

Un programme d'essai étendu comportant les pompages d'essai, r des essais emballeur et les essais de lingot ont été employés pour caractériser les couches aquifères à l'intérieur du secteur de dépôt de Kakula. Les données sont cependant fortement variables et As tel la confiance en représentant est considéré modérée.

L'épaisseur de couche aquifère la base de la couche aquifère n'est pas clairement définie.

3.2.5.5.2. État passager modelant les paramètres et le modèle de masse de transport

3.2.5.5.2.1. Hydraulique Initial

La tête initiale reflète les têtes hydrauliques calibrées d'état d'équilibre.

Stockage spécifique assumé pour être dans l'ordre de \bar{E} -5 1/m. L'incertitude est occupée dans l'analyse de sensibilité.

La porosité efficace de porosité est le rapport du volume de l'espace vide à tout le volume de la roche du matériel de la terre. Porosité conservatrice assumée de 3% a été employé dans les simulations passagères.

- **Source concentration**

Obtenu à partir de la caractérisation de limite de source essai cinétique de la géochimie qui implique du matériel d'équeutage.

- **Infiltration de TSF**

L'infiltration du TSF a été estimée analytiquement et est basée dessus les caractéristiques des matériaux de TSF et de produits de queue.

- **Coefficient de dispersion Longitudinal**

Aucun travail sur le terrain n'a été conduit pour déterminer la dispersivité. L'approximation de 10 m a été employée.

- **Coefficient de dispersion Transversal**

On a assumé que la dispersivité transversal est 10 x plus petits que la dispersivité longitudinale.

3.2.5.5.3.. Calibrage Modèle

Le modèle numérique construit a été calibré dans des conditions d'état d'équilibre et des conditions passagères à créer un modèle qui représente mieux les données de champ rassemblées et la compréhension conceptuelle du captation hydrogéologique entourant le dépôt de Kamoia.

L'équation tridimensionnelle d'écoulement d'eaux souterraines sur laquelle modeler de Feflow est basé est exprimée ci-dessous ;

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial h}{\partial z} \right) \pm W = S \left(\frac{\partial h}{\partial t} \right)$$

Là où ;

- h :Tête Hydraulique [L]
- KX, Ky, Kz = conductivité hydraulique [L/T]
- S = coefficient de stockage
- T = Temps [T]
- W = source et éviers [L/T]

Dans des états d'état d'équilibre la limite de stockage est zéro (puisque'il n'y a aucun changement de temps fini de tête) et par conséquent la tête hydraulique dépend de la conductivité et de la source (recharge) ou des limites hydrauliques d'évier (décharge). Le calibrage d'état d'équilibre est le processus d'ajuster la conductivité et/ou la recharge

hydrauliques jusque à l'accord approprié est obtenu entre simuler et les têtes hydrauliques observées.

3.2.5.5.4. Calibrage D'État d'équilibre

Pendant le 2017 et le 2018 le forage et les niveaux d'eau de programme d'essai ont été obtenus à partir du récemment foré des forages et sont employés pour guider le calibrage du modèle d'état d'équilibre. Modèles précédents chez Kamoa et les secteurs de bail de mine de Kansoko ont constaté que les fluctuations de niveau d'eau en surveillant des forages ont flotté près jusqu'à 48 m et en moyenne 12 m entre la saison sèche et humide. Pour Kakula seulement un ensemble de données de niveau d'eau était enregistrée, ainsi aucune confirmation ne pourrait être faite sur les fluctuations saisonnières qui peuvent se produire. En raison des énormes fluctuations saisonnières variables enregistrées chez Kamoa et Kansoko, la signification du calibrage d'état d'équilibre est légèrement diminuée car des niveaux d'eau ont été capturés à différentes heures.

Le but principal du calibrage est ainsi d'assurer cela :

- Les gradients et les têtes d'écoulement dans le modèle sont raisonnables,
- La séparation entre le grès et les couches aquifères de diamictite est réalisée, et
- Les paramètres d'entrée alignent avec le modèle conceptuel dérivé de l'essai sur le terrain.

Afin de qualifier le calibrage, la convenance du calibrage est évaluée à base sur largement admis critère de calibrage détaillé à Anderson et Woessner (1992) et Spitz et Moreno (1996). Ceux-ci incluent les cinq critères suivants:

- Résiduel absolu (m);
- Erreur de place moyenne de racine (m) ;
- Erreur normale de place moyenne de racine (m) :< 10% ;
- Corrélation :> 0.95

En tant qu'élément du procédé de calibrage de modèle d'état d'équilibre les scénarios ont été considérés :

➤ Scénario 1 : Scénario De Situation De Base

Dans le scénario 1 les paramètres assignés de couche aquifère ont été assignés selon les moyens géométriques du champ des données obtenues à partir de l'essai de couche aquifère. Ce scénario est considéré la situation de base et représente le probable apport à la mine basée sur l'information disponible.

➤ Scénario 2 : Conductivité réduite du diamictite

Dans le scénario 2, la conductivité du diamictite inférieur a été réduite pour augmenter la séparation entre les surfaces piézométriques de grès et de diamictite. De cette façon le modèle représente plus étroitement les têtes basées sur des données disponibles mais a

une conductivité considérablement inférieure pour le diamictite inférieur comparé aux données de champ disponibles pour cette zone.

3.2.5.5.4.1. Scénario 1 : Modèle De Situation De Base

Le modèle de situation de base est représentant des valeurs hydrauliques de conductivité obtenues à partir du champ examinant, décrit dans la section.

L'installation modèle est récapitulée dans la figure ci-dessous :

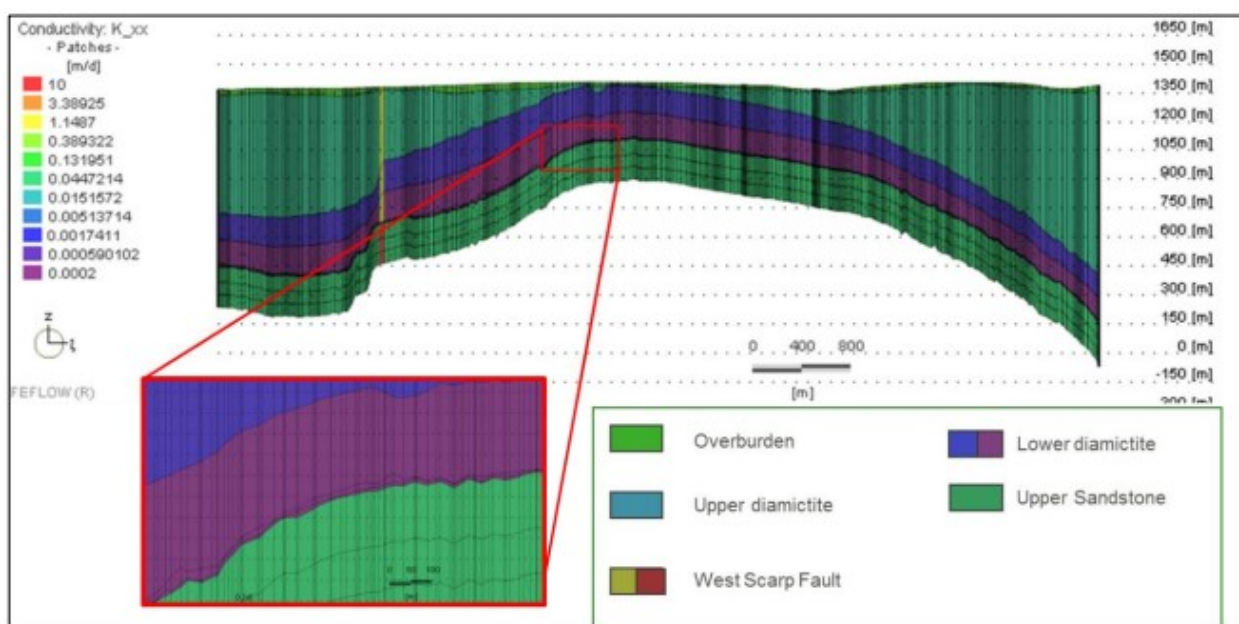


Figure 71: Scénario 1 : Installation De Modèle De Situation De Base (Golder Associates)

Le calibrage d'état d'équilibre du modèle de situation de base indique cela que les niveaux d'eau de grès sont raisonnablement représentés par l'installation modèle. Les têtes dans le diamictite et les terrains de recouvrement sont marginalement sous-estimé par le modèle. La corrélation du simulé contre les têtes observées et les calibrages des erreurs sont récapitulées dans le tableau et schéma. Les statistiques de calibrage ne font pas partie des limites recommandé par Anderson et Woessner (1992) cependant les paramètres ont employé reflètent mieux le courant les paramètres conceptuels de compréhension et de couche aquifère ont dérivé de l'essai sur le terrain.

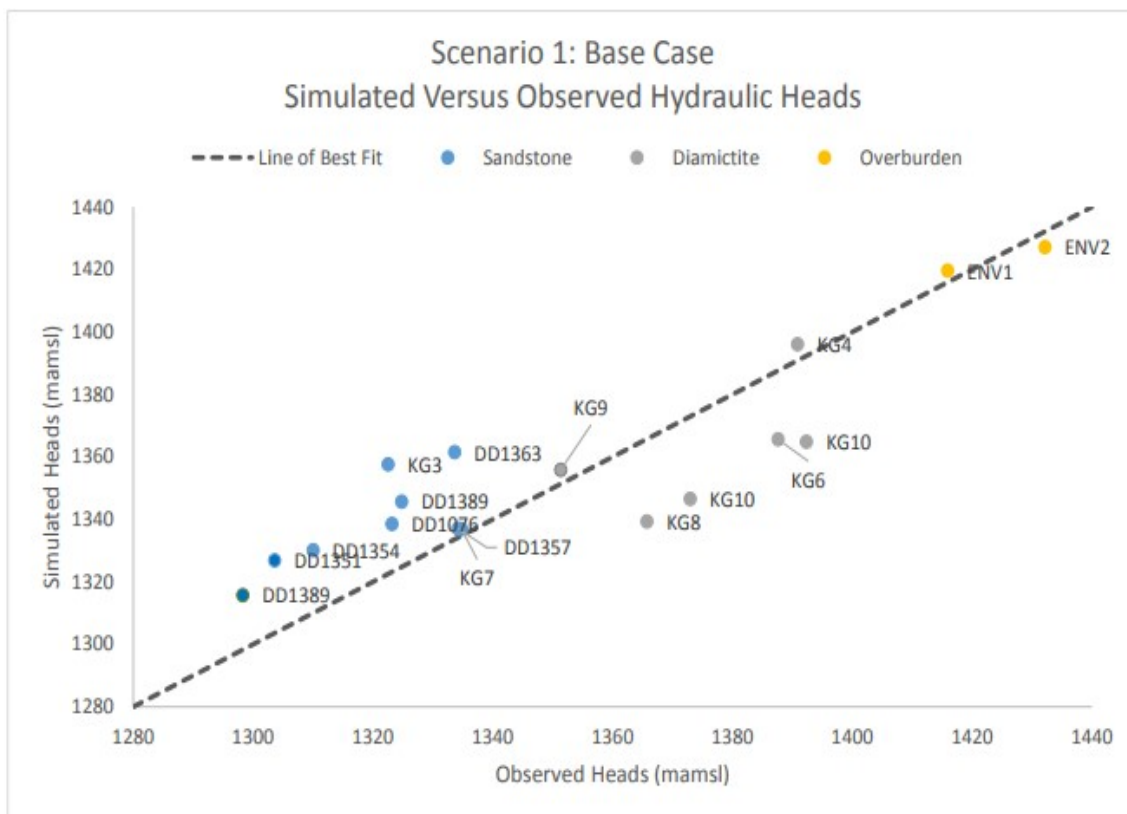


Figure 72: Scenario 1 : Situation de base - simulée contre les têtes hydrauliques observées

3.2.5.5.4.2. Scénario 2. Conductivité réduite du diamictite

Le deuxième scénario développé en tant qu'élément de la recherche de PFS, considère une valeur plus basse de diamictite dans la zone de diamictite inférieure comparée à cela obtenue à partir de l'essai sur le terrain. La déviation des résultats examinés tient compte d'une plus grande séparation entre les têtes simulées et observées dans le diamictite contre couche aquifère de grès. En tant qu'élément d'une analyse de sensibilité les valeurs de conductivité ont été graduellement réduites. Elle était prouvée que plus la conductivité bas évaluée plus la séparation dans la tête entre les deux zones de couche aquifère est grande.

Au-delà de 06 m/d cependant le changement de la tête devient statistiquement insignifiant. L'installation modèle pour ceci.

Le scénario est récapitulé dans ce tableau ci-dessous :

Tableau 103: Scénario 2 - Installation Modèle

Hydrogeological Unit	Model Layer	Conductivity (m/d)	Isotropy	Recharge (mm/a)	Specific Storage (1/m)
Overburden	Layer 1	0.2	Kx=Ky=Kz	120	5.00E-05
Dilungus	Layer 1	1	Kx=Ky=Kz	120	5.00E-05
Sandstone Domes	Layer 1 - Layer 9	1	Kx=Ky=Kz	120	5.00E-05
Upper Diamictite	Layer 2	0.03	Kx=Ky=Kz	0	5.00E-05
Lower diamictite - Upper Zone	Layer 3	0.002	Kx=Ky=Kz	0	5.00E-05
Lower diamictite - Lower Zone	Layer 4 - Layer 6 (Layer 5 Mineralization zone)	0.000002	Kx=Ky=Kz	0	5.00E-05
Sandstone	Layer 7-Layer 9	0.05	Kx=Ky=Kz	0	5.00E-05
West Scarp Fault	Layer 1- Layer 6	1	Kx=Ky=Kz	120	5.00E-05
West Scarp Fault	Layer 1- Layer 7	10	Kx=Ky=Kz	120	5.00E-05

Le calibrage d'état d'équilibre du scénario 2 rapporte un meilleur calibrage statistique comparé à celui de la base enfermée le scénario dû à la séparation accrue dans des têtes hydrauliques entre les zones de couche aquifère. La corrélation entre les têtes simulées et observées augmente au-dessus de 0.9 et l'erreur normale de place moyenne de racine est 11%.

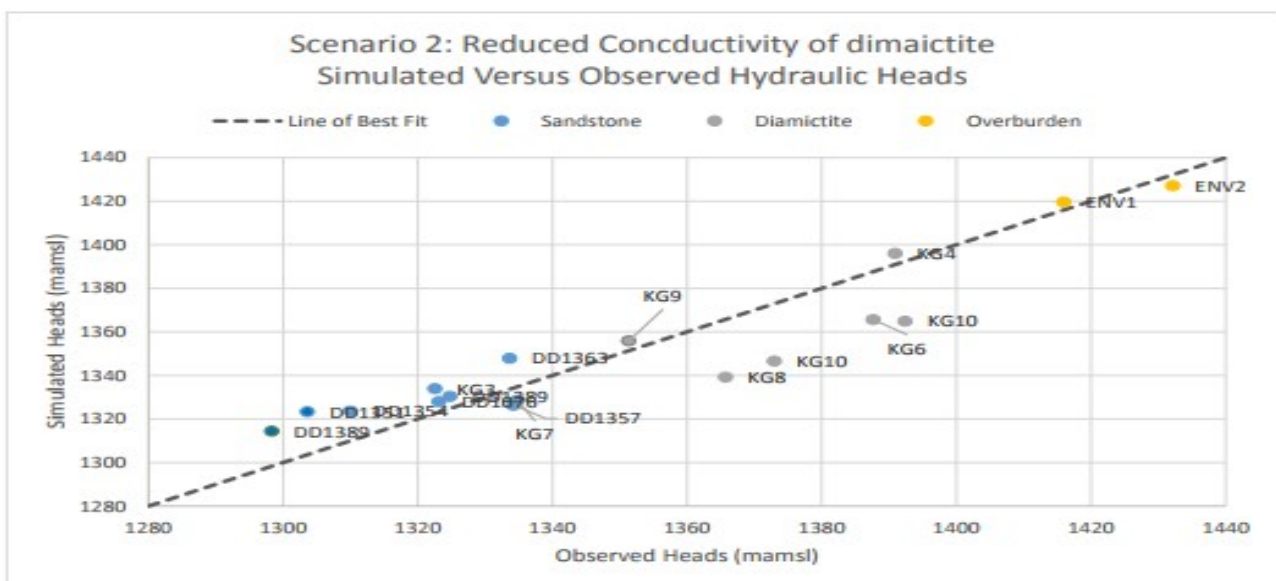


Figure 73: Scénario 2 - Simulé contre les têtes hydrauliques observée

3.2.5.5.4.3. Calibrage passager

La surveillance de niveau d'eau et de la qualité de l'eau encore n'a pas été installée mensuellement. Ces données de surveillance finalement employé pour améliorer le calibrage passager du modèle en fournissant la compréhension du stockage des zones supérieures de couche aquifère. Actuellement les données principales utilisées dans le calibrage passager du modèle numérique sont les apports au déclin principal.

Le déclin a été en cours de développement puisque déclenchement du projet modelant et des données obtenues à partir de développement qui a été employé pour guider le calibrage du mode numérique d'écoulement.

Le décline a une longueur prévue de 1230 m et atteint une profondeur maximum de 203 m au-dessous de la surface.

Le déclin a été développé en grande partie dans le grès basique. La tête hydraulique dans le grès dans la proximité du décline est dans l'ordre du mamsl 1320. Le décline a été projeté pour atteindre la surface piézométrique des grès après approximativement 650 m de développement. De 580 m l'infiltration par ordre de 2 l/s était mesurée dans le développement. Les apports ont continué dans cette marge jusqu'à approximativement 770 ensuite les apports ont graduellement monté. Les données les plus récentes pour 2 octobre 2018 indiquent des apports au décline qui ont atteint 42 l/s. Le jointoiment s'est produit tout au long de la phase de construction pour limiter l'entrée pendant qu'il est arrêté.

Les apports simulés et des apports mesurés sont dépeints sur le schéma 30 (bon axe). Les taux d'apport sont montrés en même temps que la profondeur d'altitude de déclin et le contact de grès (axe gauche).

La simulation (sans le jointoiment) fait une pointe à 60 l/s à l'accomplissement du décline.

Avec le jointoiment, les apports simulés sont dans le même ordre que les données mesurées 900 m à 1000 m d'apports enregistrés entre 1035 m - 1080 m sont dans la gamme entre les résultats scellés au ciment et non-scellés au ciment de simulation.

Comparativement, le deuxième scénario qui est considéré un meilleur ajustement dans l'état d'équilibre, reflète mal les apports mesurés au décline (le schéma). Le modèle sous-estime de manière significative l'entrée au décline.

Il suit donc que la conceptualisation du système (c.-à-d. valeurs de conductivité du grès et le diamictite et les têtes hydrauliques correspondantes) sous le scénario de situation de base conviennent à la représentation le système et sont ainsi approprié pour des apports de prévision à la mine souterraine basée sur le disponible l'information actuellement.

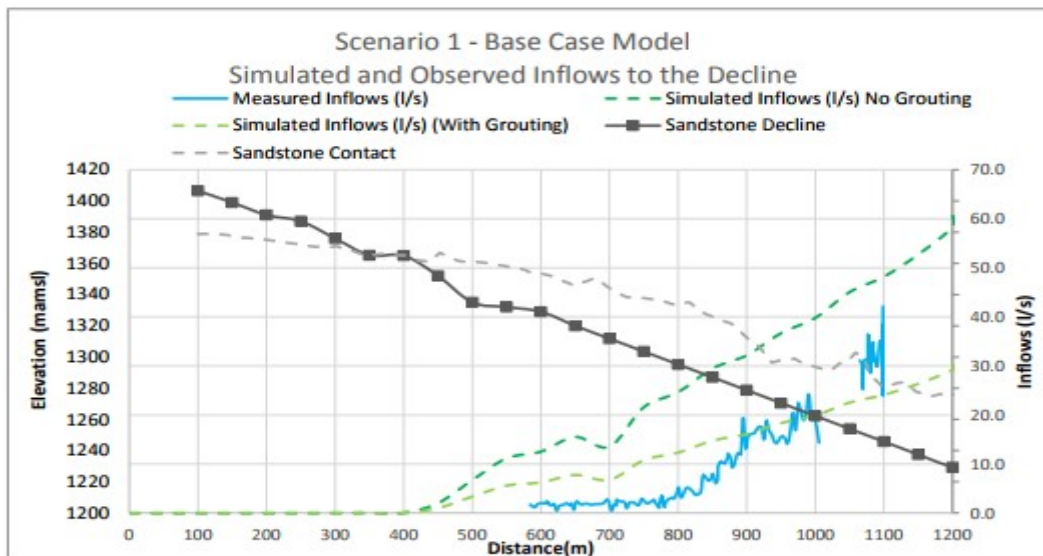


Figure 74: Scénario 1 - Modèle de situation de base - simulé contre des apports observés au déclin principal (Golder Associates)

- Les apports mesurés (l/s) ont simulé les apports (l/s) aucun jointoiment
- Déclive simulé de grès des apports (l/s) (avec le jointoiment)
- Contact De Grès.

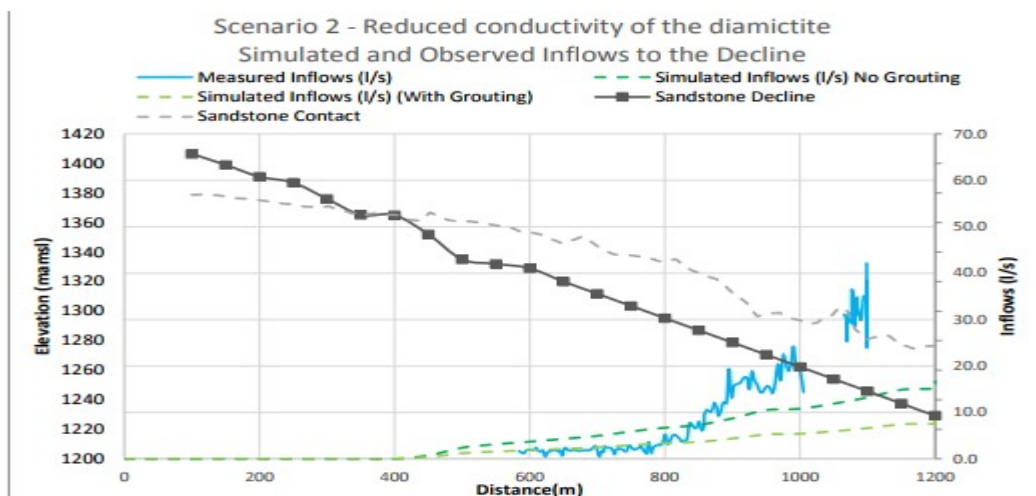


Figure 75: Scénario 2 - Simulé contre des apports observés au déclin principal (Golder Associates)

3.2.5.5.4.3. Scénarios Prédicatifs

L'installation de modèle de situation de base a été employée pour des simulations prédictives :

- Informer les apports probables prévus à la mine souterraine par la vie de la mine (LOM),

- Déterminer l'impact probable sur les ressources peu profondes de couche aquifère dans la proximité de la mine due à l'abaissement du niveau, et ;
- Évaluer les risques liés au transport de masse du TSF et des fonctionnements souterrains pendant opérationnel et signaler les périodes des opérations.

3.2.5.5.4.4. Entrée d'eaux souterraines à la mine souterraine

Les prétentions principales suivantes ont été faites :

- Chaque panneau de mine est subdivisé en sub panel mesurant approximativement 80 000m².
- On le suppose qu'à n'importe quelle heure donnée un panneau secondaire de 80 000 m² est extrait.
- Chaque panneau secondaire est en activité pendant une période 50-day après quoi on le suppose que le secondaire-panneau est remblayé et l'asséchage actif sur le secteur d'empreinte de pas ne se produit plus.
- On assume que le secteur d'accès autour de chaque panneau de mine, désigné sous le nom du secteur externe de panneau, demeure activement asséché durant toute la vie de l'opération.
- Le secteur externe de panneau a une longueur totale de 62 kilomètres.
- Les panneaux actifs de mine sont simulés avec le type états de Dirichlet de frontière qui sont égaux dedans altitude au fond de mine. Les frontières de Dirichlet demeurent dessus pendant une période de 50 jours.
- Les secteurs externes de panneau sont pareillement simulés en utilisant des états de frontière de Dirichlet égaux dans l'altitude à l'altitude du fond de secteur de tunnel. Les conditions de frontière demeurent dessus durant toute la vie du mien et par conséquent les apports continuent à augmenter pendant que la mine se développe par le temps. La progression de l'extraction et le remblai d'un panneau sont dépeints sur le schéma.



Figure 76: Représentatif schématique des secondaire-panneaux qui sont remblayés, activement asséché et unmined et secteurs externes de panneau. (Golder Associates)

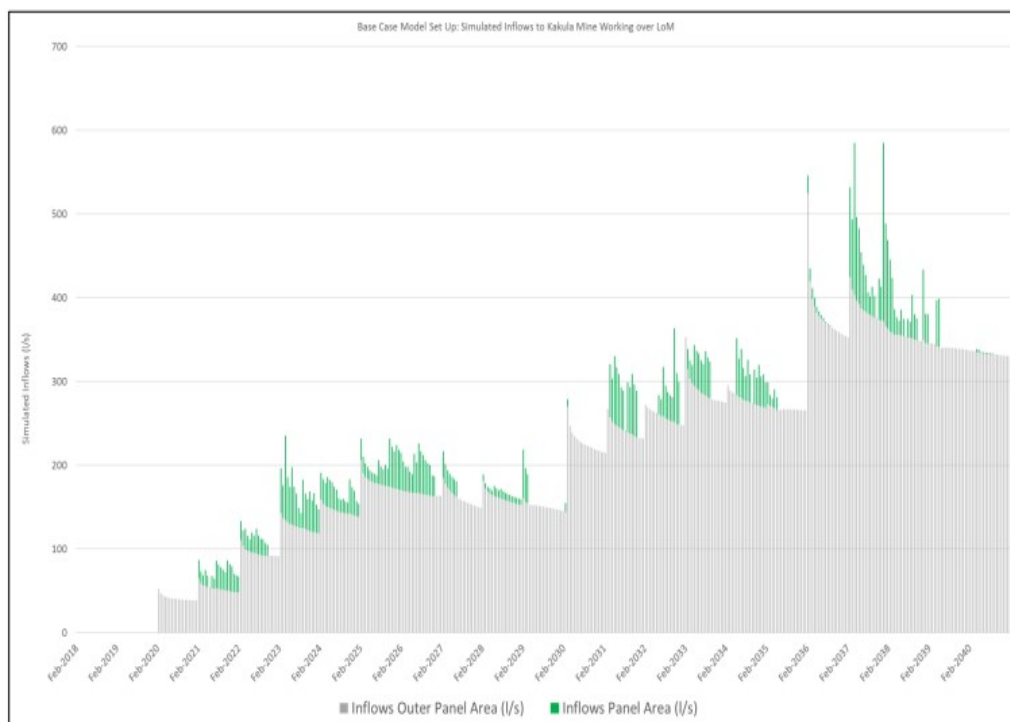


Figure 77: Les apports simulés à Kakula extraient travailler au-dessus de LOM

L'entrée simulée est décrite sur le schéma 33. Les apports aux secteurs d'extraction actifs change et est en moyenne estimé pour être dans l'ordre de 24 l/s. Les apports aux secteurs externes de panneau augmentent graduellement par la vie de la mine comme secteurs externes de panneau continuent à être développées et asséchées. Vers la vie du mien les eaux souterraines les apports aux secteurs externes d'accès de panneau est dans l'ordre de 330 l/s le long de 62 kilomètres de tunnels ou d'approximativement 5,3 l/s/km.

Les apports présentés excluent n'importe quel développement par le défaut occidental de chute. Le Défaut Occidental De Scarp est actuellement associé à beaucoup d'incertitude et par conséquent aux apports pour le développement à travers la structure sont associées au niveau élevé de l'incertitude.

Tableau 104: Apports aux secteurs d'accès basés sur le plan 2017 de POIS

Year	Outer Panel Length	Inflows (l/s)	Inflows l/s/km
2028	26	150	5.8
2033	42	225	5.4
2042	62	330	5.3

- Pour la planification de PFS et pour guider les plans de mine de futur actuellement étant développés, le suivant des projections ont été appliquées ont basé sur le modèle. Les apports à un secteur activement extrait dans l'ordre de 24 l/s.

- Les apports aux secteurs d'accès de mine sont dans l'ordre de 6 l/s/km.
- On s'attend à ce que des apports au déclin principal fassent une pointe à 60 l/s à l'accomplissement du développement de déclin.

Ensuite, les apports diminueront graduellement.

3.2.5.5.4.5. Extraire les impacts d'asséchage sur la zone supérieure de couche aquifère

Il n'y a aucun utilisateur identifié de l'eau dans le secteur d'extraction et les récepteurs principaux dans la proximité de la mine sont systèmes et drainages de fleuves. Le plan complet de mine de POIS a inclus des développements de mine à travers et à l'ouest de faille occidentale de scarp. Le plan courant en cours de développement cependant a seulement considéré le développement à l'est de la zone faillée. L'abaissement du niveau prévu dans les couches aquifères peu profondes où l'exploitation se produit seulement à l'est du défaut est dépeint dans l'abaissement du niveau maximum est dans l'ordre de 65 m près du secteur nordique de déclin. Aucun impact significatif n'est a compté résulter de l'abaissement du niveau dans la couche aquifère peu profonde par suite du mien du dépôt de Kakula à l'est de la faille occidentale de scarp.

Un scénario additionnel a été considéré comme afin d'étudier les impacts probables si en extrayant pour se développer selon le plan de POIS à travers la faille occidentale de scarp. Utilisant le modèle de situation de base, dans lequel le défaut occidental de chute est assumé pour être fortement conducteur et qui agit en tant que conduit entre les couches aquifères supérieures et inférieures, la simulation a indiqué que l'asséchage étendu le long du défaut pourrait être prévu et un cône large de diffusion de la dépression dans la zone supérieure de couche aquifère se développera par conséquent autour de la zone faillée. Dans ce scénario l'abaissement du niveau dans la zone supérieure de couche aquifère le long du défaut a été simulé pour excéder 400m.

Cependant, l'incertitude significative est associée au comportement hydraulique de la zone faillée.

Un deuxième scénario a été donc considéré où le défaut a une conductivité sensiblement inférieure et par conséquent ne se comporte pas a le conduit pour l'écoulement et ne crée pas une tringlerie entre les zones supérieures et inférieures de couche aquifère. Dans le dernier l'abaissement du niveau de scénario se produit le long de l'axe de l'anticline et l'abaissement du niveau de maximum de 60 m est prévu ci-dessus le secteur de mine à la vie du mien .

Les résultats des deux scénarios indiquent la nécessité de comprendre mieux le comportement hydraulique de l'ouest zone faillée de scarp toutes les deux en termes de caractériser l'impact potentiel que la mine peut avoir sur la couche aquifère supérieure et rapports associés aussi bien que les apports à l'infrastructure qui sont développés par la structure de défaut.

La figure 79 donne L'abaissement du niveau simulé dans la zone supérieure de couche aquifère s'est associé à les miens asséchant - mine de Kakula à l'est de zone faillée Occidentale De Scarp.

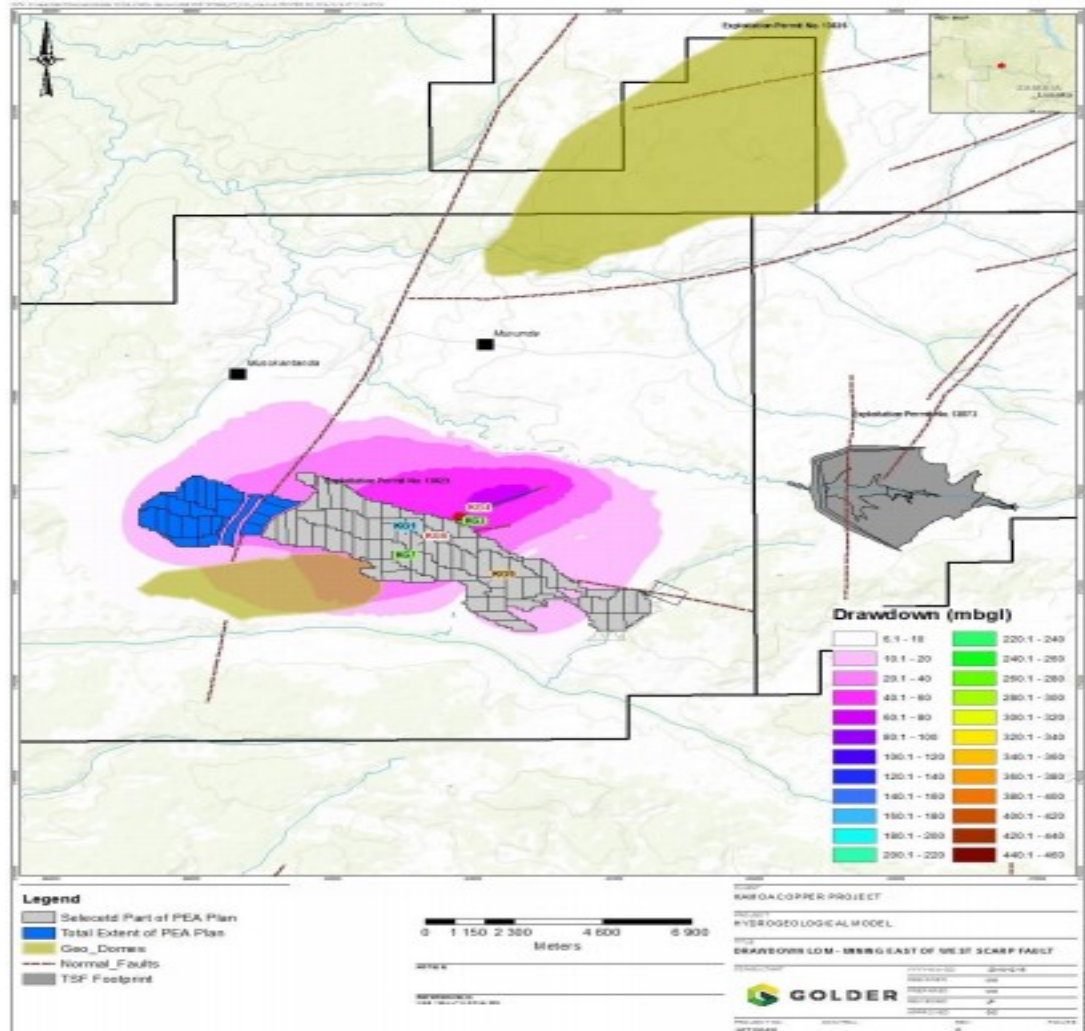


Figure 78: L'abaissement du niveau simulé dans la zone supérieure de couche aquifère (Golder Associates)

La comparaison de l'abaissement du niveau simulé dans la zone supérieure de couche aquifère s'est associée à les miennes asséchant - à travers le défaut occidental de scarp

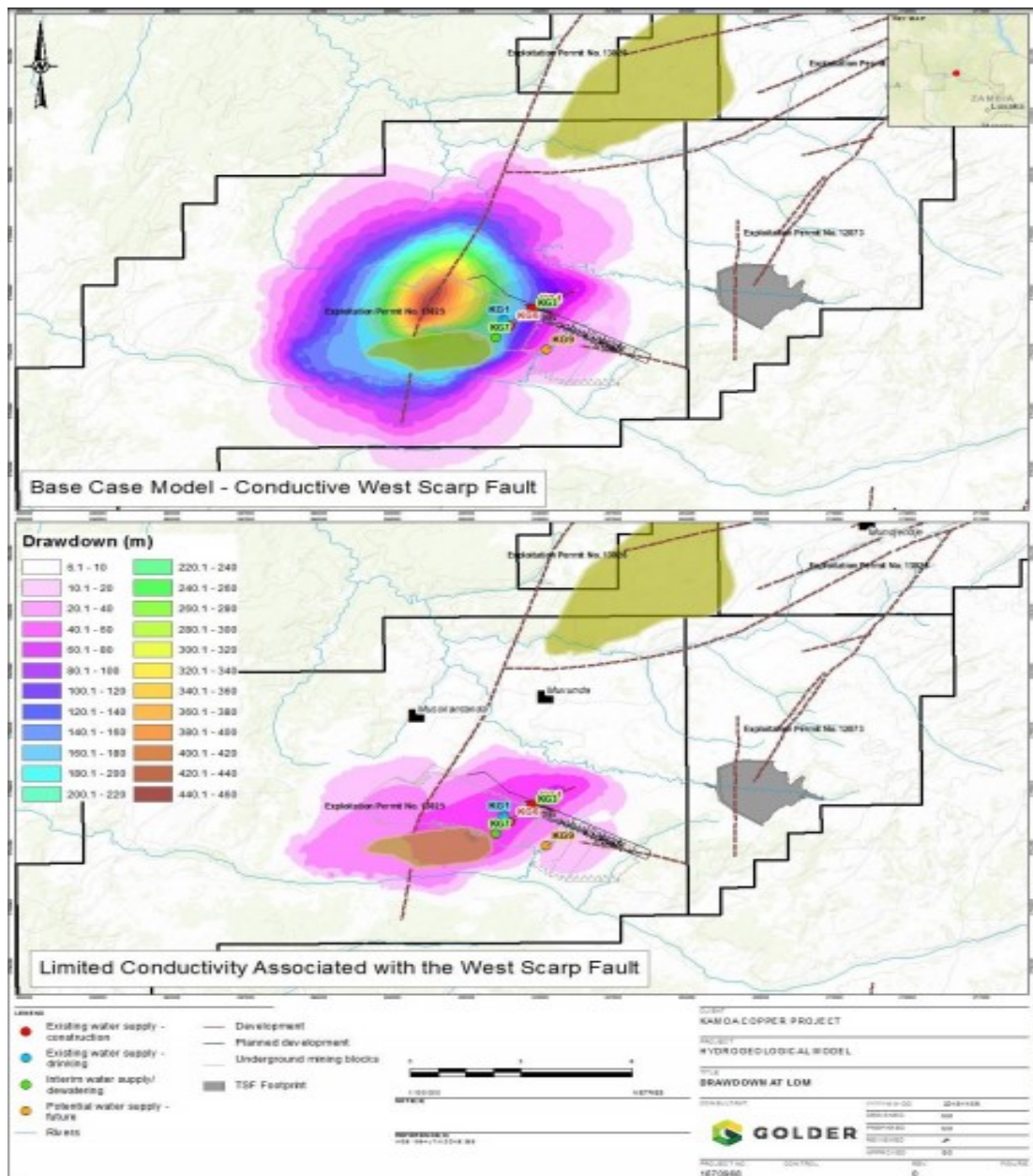


Figure 79: La comparaison de l'abaissement du niveau simulé dans la zone supérieure de couche aquifère s'est associée à les miennes asséchant - à travers le défaut occidental de scarp (Golder Associates)

3.2.5.6. Sommaire et Conclusion

L'étude hydrogéologique effectuée est située dans un secteur d'une moyenne de 1163 millimètres de précipitation.

Des sédiments et les méta-sédiments du groupe de Nguba en tant qu'élément du Supergroupe Katangien ont été prévus et ont intersecté.

3.2.5.6.1. Lithologie et intersection de couche aquifère

Le choix et le forage de 16 forages de test/monitoring a fourni à distribution proportionnée d'hydrogéologique l'information à travers la région de Kakula pour le niveau de PFS. La lithologie et les couches aquifères ont été impliquées comme suit :

- Kalahari et couches aquifères de terrains de recouvrement : 3 forages ont intersecté des grèves de l'eau en cette couche aquifère ;
- Diamictite supérieur : 5 forages ont intersecté 18 grèves de l'eau avec 70% > 1 l/s;
- Diamictite inférieur : 11 forages ont intersecté 51 grèves de l'eau dont tout plus profondément que 150 m étaient < 0.3 l/s ;
- Grès : 3 forages ont intersecté 4 grèves de l'eau en cette lithologie avec 75% > 5 l/s.

3.2.5.6.2. Essai hydraulique de couche aquifère

L'essai hydraulique de couche aquifère a été effectué en utilisant trois méthodes diverses pour obtenir des paramètres de couche aquifère :

- Pompages d'essai - 10 forages pompent déterminé 24 durées d'heure ou de 48 heures ;
- Essais principaux en chute - 5 forages ont soumis à l'essai de lingot ;
- L'emballeur examine - 16 forages soumis la plupart du temps aux essais discrets d'intervalle de 9.56 m.> l'essai 170 étaient avec succès accompli en utilisant des méthodes de Lugeon 80 m d'accrocher le diamictite de mur plus bas, zone d'extraction et grès de footwall.

3.2.5.6.3. Type de couche aquifère

Des données d'observation, de lithologie et de pompage on l'interprète que la région de Kakula est été à la base près semi couches aquifères confinées. Les variations sur les couches aquifères semi confinées incluront:

- Perméable confiné (défaut de scarp)
- illimité (couche aquifère primaire de Kalahari dans Dilungus)

3.2.5.6.4. Développement et paramètres de couche aquifère

Des paramètres de couche aquifère des essais principaux d'essai et en chute de pompe-dehors ont été calculés :

- Kalahari et terrains de recouvrement - la conductivité K changent de 0.0097 à 0.13 m/d ;
- Mélange supérieur et inférieur de diamictite - la conductivité K changent de 0.49 et 4.4 m/d ;
- Diamictite inférieur - la conductivité K changent de 0.00024 à 0.093 m/d.

Des paramètres de couche aquifère des essais d'emballeur ont été calculés :

- Diamictite accrochant de mur - conductivité $K = 0.000477$ m/d ;
- Diamictite d'extraction de zone - conductivité $K = 0.000137$ m/d ;
- Grès - conductivité $K = 0.0199$ m/d.

Ces paramètres de couche aquifère indiquent conceptuellement que le Kalahari et les terrains de recouvrement, diamictite supérieur et le grès sont les couches aquifères bien développées tandis que le diamictite inférieur s'avérait être les couches aquifères pauvres (s'approchant aquitards).

3.2.5.6.5. Qualité d'eaux souterraines

Pour la ligne de base les eaux souterraines conditionnent douze échantillons ont été analysées par Exova Jones Environmental Laboratoire de l'United Kingdom pour des paramètres physiques, macro chimie et oligo-métaux. L'exposition de résultats:

- La couche aquifère de Kalahari indique la bonne qualité mais avec les niveaux élevés de Fe (jusqu'à 34800 mg/l) ;
- Le diamictite supérieur indique la bonne qualité de l'eau ;
- Abaisser le diamictite a eu une qualité de l'eau plus faible en comparaison des autres couches aquifères actuelles :
- Valeurs du pH alcalines (11.25 et 11.64) et Al élevé ;
- La conductivité change de 170 uS/cm à 593 uS/cm ;
- Le grès indique la bonne qualité de l'eau avec de l'Al élevé et comme à KG3.

3.2.5.6.6. Surface piézométrique

La diffusion de données de niveau d'eau à travers le secteur d'étude a permis à la surface piézométrique d'être construite pour deux couches aquifères :

Couche aquifère de Diamictite (niveau élevé de confiance) :

- Niveaux piézométriques - mamsl 1448 au mamsl 1352 ;
- Sens d'écoulement - l'écoulement d'eaux souterraines est régionalement d'est-ouest mais suit le drainage d'eau de surface modèles localement ;
- Gradient piézométrique - change de 1:36 raide pour modérer 1:110.

Couche aquifère de grès (distribution de point de repères moins idéale pour le niveau élevé de confiance) :

- Niveaux piézométriques - mamsl 1325 au mamsl 1314 ;

- Sens d'écoulement - l'écoulement d'eaux souterraines est de nord-est au sud-ouest ;
- Gradient piézométrique - approximativement 1:60.

3.2.5.6.6.1 .Modèle numérique

Les résultats principaux du modèle numérique sont récapitulés ci-dessous :

- Le modèle numérique d'écoulement et de transport d'eaux souterraines a été basé sur la compréhension conceptuelle du système de couche aquifère dans la région plus large de Kakula. Les objectifs principaux du modèle sont à ;
- Fournir une évaluation de l'entrée d'eaux souterraines aux fonctionnements souterrains,
- Caractériser l'impact de l'asséchage sur des récepteurs proximaux à la mine proposée
- Caractériser l'impact des sources de contaminant sur les récepteurs dans la proximité de la mine.
- Modeler entrepris a trouvé cela basé sur 2017 le plan de mine de POIS, entrée à la mine active les panneaux est dans l'ordre de 24 l/s tandis que l'entrée aux secteurs externes de panneau est dans l'ordre de 6 l/s/km.
- Là où l'exploitation se produit à l'est du défaut occidental de scarp l'abaissement du niveau maximum dans la couche aquifère peu profonde est a compté être dans l'ordre de 65 on s'attend à ce que le m. négligeable à de bas impacts influence des récepteurs As conséquence de les miens asséchant.
- Modeler a démontré l'incertitude liée au défaut occidental de scarp en termes de conductivité et comportement hydraulique. On lui a montré que si le défaut se comporte comme fortement conducteur conduit comme décrit dans les travaux précédents, alors il est probable que le cône de la dépression se soit associé au mien l'asséchage sera étendu le long de la zone faillée et effectuera les zones de couche aquifère de haut recouvrant la mine.

CHAPITRE III. DE LA DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT BIOLOGIQUE

3.3.0. Introduction

L'environnement biologique de l'EIES / PGES de KAMCO est présenté et analysé conformément aux articles 34 à 36 du chapitre III de l'annexe VIII ainsi qu'aux articles 1 à 7 de l'annexe XI du règlement minier de la RDC.

Aussi, le requérant du projet minier, à savoir KAMCO, établi sur plusieurs sites aux dimensions variées (KAMOA CAMP, KAKULA Nord, KAKULA EST, KAKULA OUEST et KANSOKO), fournit d'abord la description de la faune et ensuite celle de la flore pour finir par celle des milieux sensibles, des espèces endémiques, rares, menacées, totalement et partiellement protégées en suivant les étapes ci - après.

3.3.1. Etapes de l'étude descriptive de la biodiversité

Les étapes de l'étude descriptive de la biodiversité des périmètres susmentionnés sont les suivantes :

- 1°. Présenter les matériels et méthodes utilisés au cours de l'étude biologique ;
- 2°. Identifier, classer et décrire, d'une part, la faune terrestre et avienne, leurs grands groupes, positions systématiques, espèces spécifiques phares et, d'autre part, la végétation dominante de la région et du site avec ses principales formations végétales et strates ainsi qu'espèces spécifiques et leurs habitats;
- 3°. Déterminer les espèces rares, menacées, en voie d'extinction, envahissantes, hydromorphes, endémiques, protégées (totalement et partiellement) ainsi que les milieux sensibles proches ou dans le site du projet sous examen;
- 4°. Appuyer les résultats, si nécessaire, par la documentation récente réalisée sur la région géographique (White, 1993 ; Malaisse, 1997 ; etc.) ou dans le site par des tiers.
- 5°. Proposer, si nécessaire, des recommandations pour la gestion et conservation voire d'éradication respectivement en cas d'espèces menacées d'extinction ou envahissantes.

3.3..2. Matériels et méthodes de l'étude descriptive de la biodiversité

3.3.2.1. Matériels de l'étude descriptive de la biodiversité

L'étude biologique de la zone du projet a nécessité l'utilisation, d'une part, des matériels appropriés et, d'autre part, des méthodes scientifiques variées.

Ainsi, en dehors de matériels repris entre parenthèses (Appareil photo numérique de marque Nikon COOL PIX L 120 de 21 mégapixels ; GPS de marque Garmin map 64 S, une boîte de mètre ruban Tirant, de Talkers walkies Midland, Compteur Geiger, Anémomètre multi-paramètres, puisettes, ainsi qu'un Drone de marque DJI Mavic dont photo ci - dessous), les documents, ouvrages, rapports et actes juridiques de base, ci – dessous ont été également utilisés, à savoir :

- 1°. Répertoire des zones humides d'Afrique : Cas de la République du Zaïre. Pp : 505 - 557
- 2°. Malaisse, F. (1997) : Comment se nourrir en forêt claire tropicale. Nouvelle approche floristique et Ecologique;
- 3°. Paul Smith et Quentin Allen (2004): Field Guide to the Trees and Shrubs of the Miombo Woodlands;
- 4°. MECNT EF (2006) : Arrêté ministériel portant liste sur la liste des principaux animaux et plantes totalement et partiellement protégés en RDC. ICCN.
- 5°. UICN (2010) : Rapport sur le statut de conservation et de vulnérabilité des espèces animales et végétales menacées.
- 6°. Golder Associates (2012): Rapport de l'EIES et PGES de Kamoa SA;
- 7°. WWF / ICCN (2015) : Projet désignation d'un nouveau site Ramsar en RDC : Les zones humides du Bassin de la Lufira et Lualaba dans la province du Katanga.
- 8°. APG III (2009): Angiosperm Phylogeny Group. Botanical Journal of the Linnean Society. 141: 399 – 436.
- 9°. APG IV (2016). Angiosperm Phylogeny Group. Tela Botanica / Botanical Journal of the Linnean Society. Vol. Early view, pp: 1 – 20.
- 10°. Faucon et al. (2012): Les métallophytes du sud-est de la RDC
- 11°. Union Nationale des centres permanents d'initiatives pour l'Environnement (2015) : Les indicateurs biologiques des milieux aquatiques. Les Cahiers de l'eau. N°12, Décembre 2015.
- 12°. Nathalie Menétrey (2015) : Les macro-invertébrés : des bioindicateurs incontournables pour le monitoring des cours d'eau en CH, 4^{èmes} Rencontres de l'eau 20 mars 2015. Lausanne. Suisse.
- 13°. Cosme Z. KOUDENOUKPO et al. (2017) : Zooplanctons et Macro-invertébrés aquatiques : Vers un assemblage de bioindicateurs pour un meilleur monitoring des écosystèmes aquatiques en région tropicale. In International Journal of innovation and applied studies. PP: 276 – 287.

3.3.2.2. Méthodes de l'étude descriptive de la biodiversité

L'étude biologique sur le terrain a été effectuée principalement par les experts du Bureau d'études environnementales CEMIC, accompagnés sur le terrain, d'une part, par un agent de KAMCO et, d'autre part, par au moins deux guides autochtones connaissant bien les sites à prospector, les noms vernaculaires (Swahili, Kandembo, Kaonde, Kiluba, Kisanga) des animaux, arbres et herbes locaux (photo 33).



Photo 33: Experts CEMIC, agents KAMCO et autochtones en concertation avant le terrain.

En dehors des matériels susmentionnés utilisés pour réaliser la présente étude biologique (faune et flore), les méthodes suivantes ont été utilisées :

1° La méthode de transect : Elle a consisté à tracer un layon central longitudinal dans la formation végétale en présence (forêt claire zambézienne, savane, dilungu, etc.) et des layons secondaires transversaux aux bouts desquels (entre 200 et 250 m du layon central) deux plots de 10 m sur 10 m ont été délimités à l'aide d'un mètre ruban tirant de 6 m de long et dans lesquels trois strates ont été déterminées [strate arborescente : ≥ 8 m, strate arbustive : de moins de 2 m à moins de 8 m et strate herbacée : ≤ 2 m].

Dans chaque plot ou placette, le comptage ainsi que le listage d'espèces végétales ligneuses de ≥ 2 cm de diamètre, ont été effectués ainsi que la densité ariale des espèces végétales ligneuses a été déterminée après leur comptage.

Dans chaque formation végétale prospectée, la flore observée a été identifiée et décrite par les experts et commentée par les villageois / communautaires en notant la taille et le diamètre des espèces dominantes ainsi que la densité ariale du plot.

Dans notre cas, la route longue de 8 Km, reliant la Cité de Maseka aux villages Kavuma, Kamisange, Tshimbundji et Mulemena, et répartie en 4 segments routiers d'environ 2 Km chacun, entre 2 villages successifs, a servi de layon central.

A chaque 1 Km du segment routier, deux layons secondaires opposés (200 à 250 m) ont été parcourus et aux bouts desquels deux plots géoréférencés de 1 are chacun ont été délimités et déterminés à l'aide d'un mètre ruban - tirant.

Après la détermination du transect et de plots, il s'en était suivi : le listage des noms vernaculaires et scientifiques d'espèces animales et végétales observées, identifiées ; leur comptage, la mensuration de leur diamètre à hauteur de poitrine et l'estimation de la hauteur d'essences importantes.

2°. La méthode floristico–physionomique de Braun-Blanquet (1934) et Troupin (1966) ainsi que celle dite physionomique sinusale (Duvignaud, 2000) a permis de déterminer la couverture spatiale de la flore, les associations végétales, les coefficients d'abondance et

dominance des espèces [dominantes et subalternes] et les strates de la végétation (arborescente, arbustive et herbacée); ainsi que la composition phytosociologique de formations végétales.

Les espèces végétales inconnues ont été soit photographiées et récoltées pour une identification ultérieure à l'herbarium de l'Université de Kinshasa.

3°. La nomenclature botanique utilisée s'est référée à celle d'APG III (2009) : Angiosperm Phylogeny Group. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 141 : 399 – 436. et d'APG IV (2016). Angiosperm Phylogeny Group. *Tela Botanica / Botanical Journal of the Linnean Society*. Vol. early view, pp : 1 – 20.

Cette nomenclature a permis d'actualiser les noms scientifiques des espèces, genres et familles des plantes (Fabaceae, Malvaceae, etc.) voire des animaux.

Par contre, pour l'étude de la faune du périmètre sous examen, d'autres matériels et méthodes additionnels, différents de ceux de la flore, ont été utilisés, notamment, la pêche aux puissettes pour l'ichtyofaune.

4°. L'évaluation du statut de conservation et vulnérabilité des espèces suivant les catégories fixées soit par l'UICN (2018) et l'ICCN (2006) pour déterminer les espèces menacées ou non, protégées partiellement ou totalement. La quantité estimée des espèces est donnée par un score proposé: 1 (espèce rare : 1 individu isolé) ; 2 (espèce assez rare : 2-3 individus) ; 3 (espèce peu rare : 3 – 4) ; 4 (espèce assez abondante : 5 - 10) et 5 (espèce abondante : ≥ 11 individus à répétitions).

5°. La méthode d'entretien libre et orienté par le questionnement de villageois : Avant de déterminer les plots à prospector dans différents villages ou communautés, les villageois connaissant les noms ainsi que les habits de la faune et de la flore pertinents dans la zone du projet, ont été recrutés et interviewés en notant et recoupant les informations qu'ils donnaient sur la faune et la flore observées ou récoltées. Ces derniers nous ont servi de guides et indicateurs botaniques en se servant des dialectes locaux.

6°. La méthode d'évaluation de l'état écologique des rivières par la pêche aux puissettes et le dénombrement de la biodiversité aquatique, constituée de poissons, amphibiens et macro-invertébrés en marchant dans les ruisseaux tout en secouant les bords de berges. La connaissance des paramètres physico- chimiques des milieux aquatiques n'a pas été suffisante pour évaluer la qualité des rivières ni leur état écologique. En sus, elle a demandé la caractérisation des communautés biologiques afin de déterminer la qualité écologique des rivières permettant ainsi de connaître et comprendre leur état.

L'évaluation de la qualité des eaux concerne toutes catégories d'eau, notamment les eaux de surface (Eaux courantes : fleuves, rivières, ruisseaux ; Eaux lenticules : lacs, marécages et mares), Eaux littorales (eaux saumâtres et marines) et Eaux souterraines.

Il s'agit d'un processus en plusieurs étapes faisant appel à des méthodes et expertises aboutissant au rapport d'évaluation des eaux.

L'évaluation de l'état écologique des eaux est basée sur la présence de plusieurs éléments biologiques : les bioindicateurs spécifiques de milieux aquatiques. Ainsi, l'état écologique d'un plan d'eau est caractérisé par la diversité d'espèces indicatrices ou groupes d'espèces y observés, notamment la présence de :

- Espèces parapluies ou patrimoniales (Espèce dont la présence dans l'eau douce permet d'abriter les espèces accompagnatrices de l'espèce parapluie : cas de *Alestes peringeuyi* (*Misange* ou *sardine*));
- Espèces sentinelles de la qualité des eaux, des pollutions, de l'eutrophisation (excès d'éléments nutritifs dans un milieu aquatique) des milieux lenticques et particulièrement des zones humides : (amphibiens : grenouilles et crapauds) ;
- Odonates, utilisés comme bioindicateurs pour caractériser la qualité et la restauration écologique des milieux aquatiques ;
- Oligochètes (tubifex) de sédiments qui permettent d'appréhender la contamination par les toxiques de cours d'eau canalisés lents et profonds ;
- Macro-invertébrés aquatiques (coléoptères, éphémères, crabes, tipules, larves de libellules, et les phryganes, etc.) permettant d'évaluer l'importance des pollutions organiques ;
- Poissons, considérés comme organismes intégrateurs par excellence, car situés au sommet de la chaîne trophique aquatique. En effet, les poissons apparaissent donc être de très bons indicateurs de l'ensemble des perturbations du milieu aquatique.

C'est ce qui a motivé le recours à l'approche écologique ou biologique complémentaire de l'évaluation chimique, à savoir : l'évaluation écologique de rivières et ruisseaux dans le périmètre sous examen par la méthode de secouage de bords des rivières et prélèvements aux puisettes de l'ichtyofaune susévoquée dans différents faciès de rivières : faciès rocailleux, faciès limoneux, faciès détritique, rapides, etc. à l'aide des puisettes de différentes mailles (photo 34).



Photo 34: Pêche de l'ichtyofaune avec puisette sur les rapides de Tshimbundji

Les rivières et affluents, pouvant être impactés par les effluents industriels de KAMCO, ont été identifiés, prospectés et explorés. Il s'agit entre autres de Tshimbundji avec ses affluents (Kibila, Ngulube, Kabula niama, Kavuma, etc), Mulungwishi, Lulua, Kamoia, etc.

L'évaluation écologique des rivières explorées a suivi les étapes ci-après:

- 1°. Prospection de segments de rivières (Lit, zones calme, tumultueuse, rocheuse, etc.) ;
- 2°. Détermination des faciès de prélèvements de spécimens vivants sur les rivières ;
- 3°. Secouage de bordures de rivières et piégeage aux puisettes au chenal d'écoulement
- 4°. Prélèvements, groupage de spécimens dans de bocaux, conditionnement et étiquetage ;
- 5°. Identification de taxons de la biodiversité prélevée à l'aide de clés de détermination ;
- 6°. Décompte des individus prélevés (Poisson, Mollusque, Coléoptère, Oligochète, etc.);
- 7°. Evaluation écologique de rivières à partir de la notation de la qualité du cours d'eau.

Ainsi, la quantité et la diversité de spécimens prélevée va renseigner sur l'état écologique des rivières prospectées (Très bon, bon, médiocre et mauvais).

La figure 81 donne la végétation et les infrastructures sur le site de KAMCO.

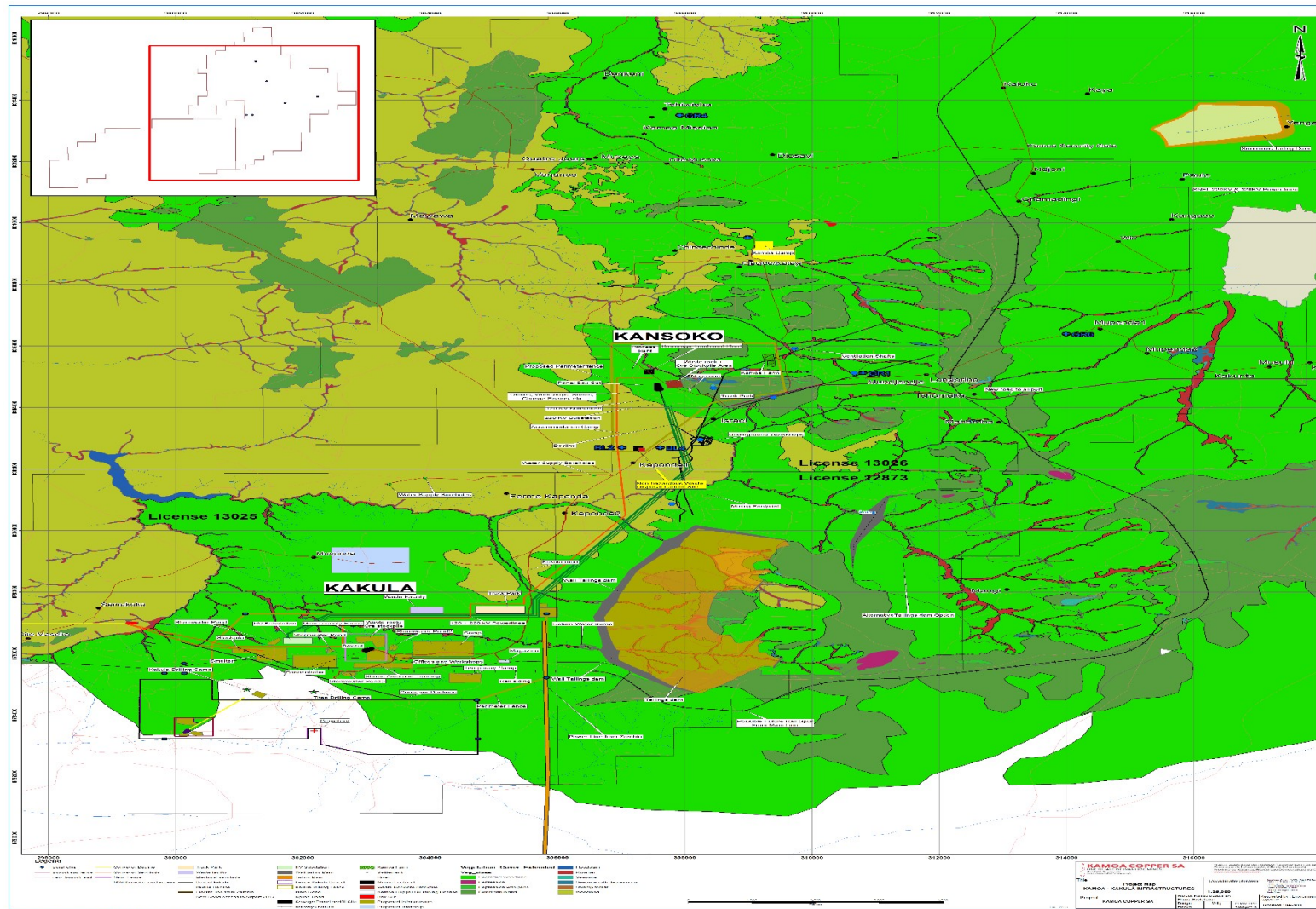


Figure 80: La végétation et l'infrastructure du site de KAMCO

3.3.3. Des résultats de l'étude biologique

Le requérant minier présente ci-dessous les résultats de l'étude de la faune, répartie en deux super embranchements : les vertébrés et les Invertébrés, vivant aussi bien sur la terre ferme que dans l'eau de la zone d'étude. La faune des vertébrés est subdivisée en faune terrestre, avienne et aquatique. Les trois variantes de la faune sont décrites ci-dessous.

3.3.3.1. De la Faune terrestre

La faune sauvage de la zone d'étude est divisée en 4 classes, à savoir : les Mammifères, les Reptiles, les Oiseaux et les Poissons. Chaque classe est à son tour décrite en fonction d'informations récoltées sur le terrain et complétées soit par les informations fournies par les villageois, soit par la documentation récente disponible.

3.3.3.1.1. Mammifères

Dans l'écorégion, la forêt claire zambézienne, allant de la Tanzanie au Mozambique jusqu'au Botswana et Zimbabwe, est connue pour sa richesse et diversité en grande faune. On y dénombre zèbres, gnous, antilopes, éléphants, hippopotames, etc. ; ainsi que les carnivores comme les lions, léopards, guépards, etc.

Si dans d'autres pays de l'écorégion, la grande faune a pu être conservée durablement jusqu'à ce jour, notamment en Tanzanie, Zambie, Botswana, etc., où les grands mammifères herbivores garnissent leurs parcs nationaux, il n'en est pas le cas au Sud-Est de la RDC.

En effet, en RDC, la grande faune susévoquée s'est amenuisée un peu partout au point de disparaître, y compris dans les aires protégées suite à diverses causes. Le braconnage, la présence humaine, des bruits et vibrations des véhicules et engins suite aux activités minières et leurs impacts, ont causé la migration transfrontalière de la faune terrestre dans toutes les provinces du pays.

Ainsi, la province du Lualaba n'en a pas été du tout épargnée, car sa grande faune a presque totalement disparu à cause de sa grande taille les rendant vulnérable aux braconniers, la faiblesse de moyens alloués à la conservation de la biodiversité, surtout de leur viande et trophée prisés.

Toutefois, il y reste encore quelques rares grands mammifères tels que les zèbres, éléphants, grandes antilopes, etc. dans le Parc National de l'Upemba, situé loin de la zone d'étude.

En dehors du parc national susmentionné, quelques moyens et petits mammifères (Guib harnachée, Aulacode, Pangolin, lièvre, écureuil, etc.) ont été signalés ou observés dans la zone du projet sous examen. Leurs détails sont fournis dans le tableau ci-dessous.

Tableau 105: Espèces de mammifères répertoriés dans les périmètres Kamo

Noms vernaculaires swahili, bembemba, ndembo, français	Groupes fauniques & leurs positions systématiques	Quantité estimée	Statut De Conservation	Habitat, écosystème
	Vertébrés :			
	Classe : Mammifères			
	Faune sauvage:			
	Ordre: Ongulés			
	Famille: Bovidae			
Guib harnaché, kasha, Mpongo	<i>Tragelaphus scriptus</i>	2	Vu, Partiellement Protégée	Forêt galerie, Dembo
	Ordre : Rodentia			
	Famille : Tryonomys			
Aulocade, Simbriki	<i>Tryonomys swinderianus</i>	4	LC, Protégée	Savane arbustive
	Famille : Bathyergidae			
Bombomfuko; rat – taupe	<i>Cryptomys hottentotus</i>	2	Lc, Non Protégée	savane herbeuse
	Famille : Soricidae			
Musaraigne	<i>Sorex araneus</i>	3	LC, Protégée	Savane arbustive
	Ordre : Carnivores			
	Famille : Viverridae			
Civette	<i>Viverra civetta</i>	2	LC, Protégée	Savane arbustive
	Ordre : Primates			
	Famille : Cercopithecidae			
Mankaka, C	<i>Cercopithecus ascans</i>	2	LC, Protégée	Forêt galerie
	Famille : Galagidae			
Kabundi, Galago de Senegal	<i>Galago senegalensis</i>	2	LC, Protégée	Rocher, Forêt claire
	Ordre : Pholidota			
	Famille : Manidae			
Nkaka, pangolin du Cap	<i>Manis temmincki</i>	1	LC, Protégée	Forêt Claire
	Faune domestique :			
	Ordre : Ongulés			
	Famille : Bovidae			
kondolo, mouton	<i>Ovis ariens</i>	5	Lc, Non Protégée	Village et environs
Ngombe, vache	<i>Bos Taurus</i>	5	Non Protégée	Dilungu
Porc	<i>Sus scrofa</i>	3	Lc, Non Protégée	Villages, Ferme
mbuji, chèvre	<i>Capra aegagrus</i>	3	Lc, Non Protégée	parcelle et ferme
	Ordre : Duplicidentata			
Kampanda, Ecureuil de savane	<i>Paraxerus cepapi</i>	2	LC, Protégée	Forêt Claire, arbres
	Famille : Leporidae			
Kalulu, Lièvre	<i>Lepus saxatilis</i>	2	LC, non protégée	Forêt Claire, savane

	Ordre : Carnivores			
	Famille : Canidae			
imbua, chien	<i>Canis lupus domesticus</i>	1	LC, non protégée	Parcelles et ferme
	Famille : Felidae			
Mpushi, Chat	<i>Felis catus domesticus</i>	2	LC, Non protégée	Parcelles et fermes

Légende : LC : Less concerned (peu d'importance) ; Vu : Vulnérable

3.3.3.1.2. Reptiles

Dans KAMCO et ses environs, l'Herpetocénose est constituée des serpents, lézards et tortues.

Les serpents sont repartis en quatre principales familles, à savoir : les Viperidae, Elapidae, Colubridae et Pythonidae. On les rencontre, par surprise, fréquemment au grand matin, au crépuscule en train de traverser les routes.

Les viperidae sont des serpents au corps trapu, gros et lourd, vivant dans divers écosystèmes. Deux espèces de vipères ont été signalées et confirmées par la littérature ainsi que les enquêtes ethnobiologiques, à savoir : *Bitis gabonica* et *Bitis arietans*. Elles s'abritent souvent sous les débris des feuilles mortes et entassées. La vipère heurtante s'avère être une agile nageuse dans l'eau.

Quant aux Elapidae, ce sont des serpents ayant jusqu'à trois mètres de long, agiles et rapides, se déplaçant parfois la tête surélevée et agressifs dont certains d'excellents cracheurs (*Naja nigricolis* : Naja à cou noir ; et *Naja mossambica*). Ils ont une vie plus arboricole qu'aquatique, et trouvent abri sous les rochers et tanières. Ils sont repartis en deux grands groupes : les cobras et les najas. Les espèces suivantes ont été signalées dans la zone d'étude : *Naja nigricolis* (Naja à cou noir), *Naja melanoleuca* (Naja à flanc noir), *Dendroaspis jamesonii* (Mamba vert) et *Dendroaspis polylepis* (Mamba noir).

En dehors des Elapidae, il y a de couleuvres qui sont des petits serpents arboricoles, souvent ripicoles ou aquatiques. Ils ont été signalés et observés dans les forêts galeries, les marécages et abords de cours d'eaux, consommateurs de petits oiseaux, rats et parfois des insectes.



Photo 35: Une couleuvre brune traversant un ancien sentier

Le dernier groupe de serpents est celui de Pythonidae, représenté localement par *Python sebae*, espèce partiellement protégée et devenue rare dans la contrée du fait de sa chair et son huile très recherchées par les amateurs. C'est un gros serpent qui tue ses proies par étranglement.

Puis, viennent les sauriens qui sont répartis en trois groupes, à savoir : les lézards; les *varans* terrestres et aquatiques ; et les *caméléons*. Les espèces familières des lézards sont entre autres : *Agama agama*, observée sur les débris de la mitraille et les sites en construction ; ensuite *Mabuya striata*, très fréquente dans les champs voire à proximité des bureaux et espaces ouverts, voire sous les containers.

Ensuite, viennent les caméléons, observés sur les arbustes fruitiers (*Psidium guajava*) dans la savane arbustive (photo 36).



Photo 36: Vue d'un Mabuya striata et d'un cameleon sur un arbuste

Enfin, les varans représentés par deux espèces. Il s'agit de *Varanus niloticus*, espèce aquatique et préférant les marécages et se régale des poissons voire d'autres petites proies; et *Varanus exanthematicus*, bon grimpeur et s'abritant dans les excavations et devenu rare.

Pour clôturer les reptiles, il sied de signaler la présence de tortues. Ces dernières mènent une vie soit terrestre, soit aquatique. Deux espèces sont fréquentes dans la zone d'étude, à savoir : l'espèce savanicole, *Kinixys belliana* (tortue à dos articulé) et, la petite tortue noirâtre aquatique, *Pelusios subniger*. La faune des reptiles est reprise dans le tableau 106.

Tableau 106: Espèces de reptiles répertoriés dans le périmètre KAMOA

Noms vernaculaires (Ndembo, Bemba, Swaihili,) et communs	Systématique et Noms scientifiques des espèces	Quantité estimée	Statut de conservation	Biotopes ou Ecosystèmes
	Ordre : OPHIDIA			
	<i>Famille : Pythonidae</i>			
Lusato, Python	<i>Python sebae</i>	1	Vu, Partiellement protégée	Forêt galerie ou Mushitu
	<i>Famille : Elapidae</i>			
Naja	<i>Naja melanoleuca</i>	2	LC, non protégée	Rochers, Forêt
Cobra noir	<i>Naja nigricolis</i>	2	LC, Non protégée	Arboricole
Mamba vert	<i>Dendroapsis jamesonii</i>	2	LC, non protégée	Arbricolepart, Forêt
	<i>Famille : Colubridae</i>			
Fite – fite en kibemba	-	1	LC, Non protégée	savane herbeuse et arbustive
Musuema en kibemba	Couleuvre brune	1	LC, non protégée	savane herbeuse et arbustive
	<i>Famille : Viperidae</i>			
Moma, Vipère du Gabon	<i>Bitis gabonica</i>	1	LC, non protégée	savane herbeuse et arbustive
Kikele, vipère heurtante	<i>Bitis arietans</i>	1	LC, non protégée	savane herbeuse et arbustive
	Ordre : CROCODYLA			
	<i>Famille : Crocodyliadae</i>			
Mamba, crocodile di Nil	<i>Crocodylus niloticus</i>	1	Vu, partiellement protégée	Rivière tshimbunji
	Ordre : SQUAMATA :			
	<i>Famille : Agamidae</i>			
Lézard à tête bleue	<i>Agama agama</i>	2	LC, non protégée	savane herbeuse et arbustive
Musori, Lézard strié	<i>Mabuya striata</i>	3	LC, non protégée	savane herbeuse et arbustive
	<i>Famille : Cameleonidae</i>			
Caméleon	<i>Cameleo sp</i>	2	LC, Non protégée	Arboricole
	<i>Famille : Varanidae</i>			
Varan de savane	<i>Varanus exantheticus</i>	1	Vu, partiellement protégé	Dilungu
Samba, varan du Nil	<i>Varanus niloticus</i>	2	LC, Non protégée	Marécage
	Ordre : CHELONIA			
	<i>Famille : Testudinidae</i>			
Fulwe, Tortue	<i>Kinixys belliana</i>	2	LC, non protégée	savane herbeuse et arbustive

	Famille : <i>Pelomedusidae</i>			
Tortue naine	<i>Pelusios nanus</i>	2	LC, non protégée	savane herbeuse et arbustive

Légende : LC : Less concerned (peu d'importance) ; Vu : Vulnérable

3.3.3.1.3. Faune avienne : Oiseaux

La forêt claire zambézienne avec ses dilungu et dembo constituent une écorégion qui réunit la faune et la flore de deux phytochories (ensemble climatique et physiologique), à savoir : la zone géographique zambézienne et la zone géographique soudanienne.

C'est une région géographique et floristique de transition (White, 1978), riche en oiseaux, justifiée par les caractéristiques et potentialités écologiques des savanes et steppes sous examen. En sus, il s'agit d'une zone ayant les atouts d'un site Ramsar, avec une biodiversité avienne exceptionnelle. C'est un carrefour d'oiseaux migrateurs et sédentaires, terrestres et aquatiques.

Usant toujours du transect assorti du taux de rencontre et d'indice kilométrique d'abondance (IKA), plusieurs ordres d'oiseaux ont été, d'une part, observés et identifiés (soit par leurs cris, empreintes, crottes, ou nids) par les experts sur le terrain parmi lesquels : les rapaces ; les passereaux dont *Vanellus coronatus* (vanneau couronné), *Treron australis* (pigeon vert), *Turtur affer* (petite tourterelle africaine), *Streptopelia semitorquata* (Pigeon à collier) et, d'autre part, renseignés par les guides et la documentation (Malaisse, 1997, Therese Hart, 2012).



Photo 37: Oiseaux observés dans la forêt claire : Vanneau couronné, colibri, tourterelle, etc.

Par ailleurs, en saison sèche, entre les mois de mai et septembre, dans certains coins isolés du périmètre du projet, il est admis que le pigeon vert (*Treron australis*) séjourne dans le dilungu, un de leurs écosystèmes de prédilection. Aussi, au regard de son abondance saisonnière en cette période de l'année, ce dernier fait l'objet d'un braconnage non réglementé par milliers, à l'instar de *Treron calvus*, espèce de forêt, très braconnée dans la province de Maniema (Thérèse Hart, 2012) suite à l'usage de filets les capturant parfois par milliers.

Cette espèce doit faire l'objet d'un plan de gestion et conservation concerté entre KAMCO, les communautés riveraines et la coordination provinciale du Ministère de l'Environnement et du développement durable. Un édit doit être pris sur la durée et les techniques de chasse, les quotas de capture et de commercialisation, les acheteurs agréés, les catégories des braconniers identifiés et certifiés, etc.

Ce plan doit être élaboré urgemment, vulgarisé auprès de communautés environnantes et appliqué.

Un autre petit oiseau, avéré intéressant par son courage démesuré, a été observé dans un dilungu. Il s'agit du *Vanellus coronatus* (vanneau couronné). Ce petit oiseau très courageux n'a pas hésité « d'agresser » la jeep Toyota Land Cruiser blanche de Kamoa, abord de laquelle le chargé de l'environnement de KAMCO et 3 experts de CEMIC se trouvaient lors de la prospection faunique et floristique, lui obligeant jusqu'à s'arrêter. Le tableau 107 présente quelques – uns des oiseaux répertoriés dans le périmètre.

Tableau 107: Espèces d'oiseaux répertoriés dans le périmètre KAMOA

Noms vernaculaires (Ndembo, Bemba, Swaihili,) et communs	Systématique et Noms scientifiques des espèces	Quantité estimée	Statut de conservation	Biotopes ou Ecosystèmes
	Faune avienne sauvage			
	Ordre : Charadriiformes			
	Famille : Charadriidae			
Vanneau couronné	<i>Vanellus coronatus</i>	1	LC, non protégée	Dilungu
	Ordre : Columbiformes			
	Famille : Columbidae			
Pigeon vert	<i>Treron australis.</i>	5	LC, non protégée	Dilungu
Petite tourterelle	<i>Turtur affer</i>	2	LC, non protégée	Endroits dégagés
Pigeon à demi – collier	<i>Streptopelia semitorquata</i>	3	LC, non protégée	Endroits dégagés
	Ordre : Cuculiformes			
	Famille : Cuculidae			
Petit coucou	<i>Cucullus poliocephalus</i>	1	LC, non protégée	Dembos
	Ordre: Galliformes			
	Famille: Phasianidae			
Kanga, Pintade couronnée	<i>Numida meleagris</i>	3	LC, non protégée	Forêt Claire
	Ordre: Passeriformes			
	Famille : Ploceidae:			
Moineau	<i>Passer griseus</i>	2	LC, non protégée	arbres parcellaires
	Famille : Corvidae			
Corbeau à cou blanc	<i>Corvus albicolis</i>	2	LC, non protégée	Toitures d'usines
	Famille: Pycnonotidae			
Bulbul commun	<i>Pycnonotus barbatus</i>	2	LC, non protégée	savane arbustive
	Famille: Hurindidae			
Hirondelle d'Angola	<i>Hirundo angolensis</i>	2	LC, non protégée	Arbres, Cheminées
	Famille: Nectariniidae			
Nectarin à tête verte	<i>Nectarinia verticalis</i>	2	LC, non protégée	Forêt Claire
	Ordre: Strigiformes			
	Famille : Strigidae			
Fifi, hibou grand-duc africain	<i>Bubo africanus africanus</i>	1	LC, non protégée	savane arbustive
Chouette pêcheuse de peli	<i>Scotopelia peli</i>	1	LC, non protégée	savane arbustive
	Famille : Motacillidae			
Bergeronnette Claire	<i>Motacilla clara</i>	2	partiellement protégée (iccn)	parcelles et usines
	Faune avienne domestique			

	Ordre: Galliformes			
	<i>Famille : Phasianidae</i>			
nkuku, poule, coq	<i>Gallus gallus domesticus</i>	3	LC, protégée	non basse-cour
	Ordre: Anseriformes			
	<i>Famille: Anseridae</i>			
mbata, canard	<i>Cairina moschata</i>	3	LC, protégée	non basse-cour
	Ordre: Columbiformes			
	<i>Famille : Columbidae</i>			
pigeon domestique	<i>Columba domestica</i>	2	LC, protégée	non basse-cour

Légende : LC : Less concerned (peu d'importance) ; Vu : Vulnérable

3.3.3.1.4. Faune aquatique (Poissons, amphibiens, macro – invertébrés)

La zone d'étude de la faune aquatique est drainée par de rivières (Lulua, Tshimbundji, etc), petites rivières permanentes (Mulungwishi, Kibila, Ngulube, Kavuma, Kabula niama, etc.) ainsi que des ruisseaux saisonniers appelés Mbulamema dont la conductivité des eaux est élevée permettant ainsi l'usage d'electrofisher au-delà de puisettes destinées à pêcher à contre-courant dans certains faciès de petites rivières susévoquées ciblés.

Tout porte à croire que la diversité de l'ichtyofaune à prélever serait généralement liée à la diversité d'équipements et méthodes utilisés. Plus, on utilise différents matériels et méthodes de pêche, plus on pourra s'attendre à la capture de plusieurs espèces différentes de l'ichtyofaune.

Dans le cas d'espèce, les milieux aquatiques, constitués principalement de ruisseaux ou petites rivières susmentionnés, sont à majorité envahis par des plantes ligneuses et surtout herbacées qui ralentissent la vitesse d'écoulement des eaux, rendant difficile la mobilité et la visibilité des poissons et autres organismes (crapauds, grenouilles, crustacés, etc) à certains prédateurs (Martins pêcheurs et varans).

Les poissons, étant, d'une part, des organismes intégrateurs par excellence dans les milieux aquatiques et, d'autre part, situés dans les maillons supérieurs de la chaîne trophique, après les crocodiles et oiseaux prédateurs (martins pêcheurs), sont des bons indicateurs de la vie en milieux aquatiques.

Ainsi, à l'issue de prélèvements des spécimens de l'ichtyofaune à l'aide des puisettes, des observations directes et indirectes, entretiens libres et consultations ainsi que par comparaison et recoupement d'informations, il s'est révélé que la faune aquatique n'est pas riche tel l'ont confirmé les prélèvements faits dans différentes petites rivières et affluents par usage de puisettes à mailles différentes (Photo 23).



Photo 38: Pêche à la puisette sur la petite rivière Tshimbundji, en amont du pont

Les détails sur les différents taxons de l'ichtyofaune prélevés dans 9 petites rivières de KAMOA sont repris dans les tableaux 106 et 107.

A. Ichtyofaune – Poissons :

Au terme des prélèvements réalisés dans les rivières susmentionnées, les espèces de poissons capturées sont caractérisées par le nanisme, la filiformie et la pauvreté de la diversité.

Le nanisme pourrait se justifier par la génétique, alors que la filiformie des poissons serait due à l'adaptation à la nage dans un environnement exigu pour faciliter leur mobilité.

Enfin, la rareté de la diversité pourrait être justifiée, d'une part, par les températures basses due à la saison fraîche contraignant la majorité des poissons à fuir le froid (hibernation), par la rareté des fruits murs tombant dans l'eau et servant de nourriture aux poissons, la baisse du niveau d'eau de rivières, et, d'autre part, par la fréquence répétée de la pêche artisanale usant la moustiquaire et le broyat des feuilles de *Tephrosia vogelii* (Buba : produit toxique et ichtyocide).

Cette dernière tue les poissons de tous les âges (jeunes, adultes et géniteurs) et contribue ainsi à la réduction de la diversité de poissons dans cette province à gibier rare.

Après dépouillement, les spécimens de poissons prélevés des rivières ont été classés en trois principaux ordres (Cipriniformes, Perciformes et Siluriformes), quatre familles (Cichliidae, Characidae, Cyprinidae et Clariidae), cinq genres (Alestes, Barbus, Clarias, Hoprochromis et Tilapia) et onze espèces. Deux familles (Cichliidae et Characidae) se sont avérées les plus fournies en espèces : soit trois espèces par famille.

La distribution spatiale des poissons dans le réseau hydrographique sous examen attribue à la rivière Tshimbundji la première place en termes d'espèces de la biodiversité aquatique suite à sa longueur, à la diversité d'habitats (rapides, roches, limons, etc.), à

ses nombreux affluents : au total sept espèces sur les onze inventoriées, soit près de 64 % d'espèces. Il s'agit d'*Alestes peringueyi*, *Alestes sp*, *Tilapia rendalli*, *T. melanopleura*, *Clarias gariepinus*, *Barbus oxycephalus* et *B. trispolis*. *Alestes trispolis*, est une espèce zoophage et très agile, se nourrissant de larves de moustiques, libellules, voire d'autres poissons.

Les spécimens des poissons prélevés ont été triés, regroupés, identifiés et compilés dans le tableau 108 ci – dessous.

Tableau 108: Espèces de poissons répertoriés dans le périmètre KAMOA

Noms vernaculaires (Ndembo, Swaihili,)	Systématique et Noms scientifiques des espèces	Quantité estimée	Statut de conservation	Ruisseaux et rivières
	Ordre: Perciformes			
	<i>Famille : Cichlidae</i>			
Tilapia, Makoki	<i>Tilapia rendalli</i>	3	LC, non-protégée	Tshimbundji
Bitoyo	<i>Tilapia melanopleura</i>	1	LC, Non protégé	Kibila
Samba	<i>Haplochromis lulae</i>	2	LC, non-protégée	Lulua
	Ordre: Cypriniformes			
	<i>Famille: Characidae</i>			
Nkeni, poisson doré	<i>Alestes sp</i>	2	LC, non-protégée	Kavuma, Tshimbundji
Misange	<i>Alestes peringueyi</i>	4	LC, non-protégée	Tshimbundji, Kabula niama
	<i>Famille: Cyprinidae</i>			
Sardine	<i>Barbus oxycephalus</i>	2	LC, non-protégée	Tshimbundji
Sardine	<i>Barbus trispilos</i>	1	LC, non-protégée	Mulungwishi
	Ordre: Siluiformes			
	<i>Famille: Clariidae</i>			
Kabambale, Poisson Chat	<i>Clarias gariepinus</i>	2	LC, non-protégée	Affluent Tshimbundji
Kibongama	<i>Clarias sp</i>	2	LC, non-protégée	Lulua
Milonge				
Fidu	-	3	LC, non-protégée	Lulua

Légende : LC : Less concerned (peu d'importance) ; Vu : Vulnérable

B. Ichtyofaune – Amphibiens:

Au terme de nos prélèvements, deux espèces de grenouilles (adultes et larves) ont été observées et capturées : *Strolongypus fasciatus* et *Rana sp* (Tableau 13). La 1^{ère} espèce a été observée ou capturée dans la plupart de rivières, plans d'eau et dembos prospectés alors que la 2^{ème} ne l'a été que dans la rivière Luvumbani. Les têtards de la

1ère espèce se comptaient par centaine d'individus dans les eaux courantes ou stagnantes.

Ces observations attestent que l'état écologique des rivières et ruisseaux prospectés permet la reproduction et la vie des amphibiens dans les ruisseaux et rivières du périmètre d'étude sous examen.

Par ailleurs, les têtards de *Strolongypus fasciatus* et les poissons de différentes espèces, observés dans les zones détritiques, cohabitent et prospèrent sans compétition apparente entre les uns et les autres.

Ainsi, au regard de ce qui précède, les grenouilles, étant considérées comme sentinelles et bioindicatrices des milieux aquatiques, l'état écologique des rivières et ruisseaux de la région de Kamoa, riches en matières organiques, s'avère très bon, au stade actuel de notre étude.

Tableau 109: Espèce d'amphibiens répertoriée dans le périmètre KAMOA

Noms vernaculaires (Ndembo, Swaihili,)	Systématique et Noms scientifiques des espèces	Quantité estimée	Statut de conservation	Biotopes ou Ecosystèmes
	Ordre: Amphibia			
	<i>Famille: Ranidae</i>			
Grenouille	<i>Strongylopus fasciatus</i>	2	Non protégée	Ruisseau et Mare
Grenouille	<i>Rana sp</i>	2	Non protégée	Ruisseau

Légende : LC : Less concerned (peu d'importance) ; Vu : Vulnérable

C. Ichtyofaune – macro invertébrés

L'inventaire des macro-invertébrés, prélevés dans différents segments de rivières et ruisseaux, montre la présence des spécimens larvaires et adultes d'insectes aquatiques dont les coléoptères (*Gyrinus natator*: le gyrin) ; cicadidae – longicornes (*Nepa cinerea*: la Nèpe), Ephémères (*Ephemera danica*: l'Ephémère), libellules (*Trithemis arteriosa*), sauterelles (*Rupsolia differens* ; *Nomadacris septemfasciata*).

Les papillons, solitaires ou gregaires, étaient observés sur les sols hydromorphes de rivières Tshimbundji et Mulungwishi, ainsi que le long des berges d'autres rivières du périmètre sous examen (Photo 39).



Photo 39: Colonies de papillons attirées par la nature acide voire saline des sols

En plus, les espèces de crabes (*Potamonautes bayonianus* & *P. sp*) ainsi que celles d'escargots ont été aussi observées et prélevées dans les zones rocailleuses et benthiques des rivières Tshimbundji, Lulua et Kibila.

Au regard de ce qui précède, les insectes susévoqués constituent de bons bioindicateurs de la qualité des rivières et ruisseaux ainsi que de leur pollution par les polluants organiques et inorganiques (CDE, 2015; Nathalie Menétrey, 2015). Ces différentes espèces sont classifiées et consignées dans le tableau 110 alors que leurs illustrations figurent plus bas.

Tableau 110: Espèces d'insectes répertoriés dans le périmètre KAMOA

Noms vernaculaires (Ndembo, Bemba, Swaihili,) et communs	Systématique et Noms scientifiques des espèces	Quantité estimée	Statut de conservation	Biotopes ou Ecosystèmes
	Ordre: Macrotermes			
	Famille : <i>Macrotermitidae</i>			
Termites	<i>Macrotermes falciger</i>	5	Non protégée	Termitières
	Ordre: Diptera			
	Famille : <i>Muscidae</i>			
Indji, Mouche domestique	<i>Musca domestica</i>	2	Non protégée	Maisons et parcelles
Indji malari ya busingisi, Mouche tsé-tsé	<i>Glossina palpalis</i>	1	Non protégée	Dembo, Dilungu, Rivière
	Ordre: Hymenoptera			
	Famille : <i>Apidae</i>			
Simu, Abeille	<i>Apis mellifica</i>	5	non protégée	Forêt Claire
Guêpe	<i>Apis sp.</i>	3	non protégée	Forêt Claire
Kibonge	<i>Meliponula bocandei</i>	2	non protégée	Forêt Claire
Kipashi	<i>Trigona erythra</i>	2	non protégée	Forêt Claire

	Ordre : Orthoptera			
	Famille : <i>Pyrgomorphidae</i>		:	
Sauterelles	<i>Phymateus viridipes</i>	3	non protégée	ruisseaux et champs
	Famille : <i>Catantopidae</i>			
Pandjo, Criquet Nomade	<i>Nomadacris septemfasciata</i>	3	non protégée	savanes, forêt claire
	Famille : <i>Tettigoniidae</i>			
Shonkonono, Pandji	<i>Ruspolia differens</i>	2	non protégée	forêt claire
	Ordre : Hemiptera			
	Famille : <i>Cicadidae</i>			
Nyenye, cigale	<i>Ioba horizontalis</i>	1	non protégé	forêt claire
Ephémère	<i>Ephemera danica</i>	1	Non protégé	Rivière
	Ordre: Arthropoda			
	Famille : <i>Culecidae</i>			
Imbu	<i>Aedes aegyptii</i>	2	Non protégée	Kamoa et Forêt claire
Imbu, moustique	<i>Culex sp</i>	2	Non protégée	Parcelles et champs
	Ordre: Lepidoptera			
	Famille: <i>Attacidae</i>			
Finamuamga, Chenille	<i>Athletes semialba</i>	3	Non protégée	Savanes alluviales, berge rivière
Finkubala, Chenille	<i>Lobobuaea saturnus</i>	2	Non protégée	Forêt claire
	Famille: <i>Characidae</i>			
Papillons	<i>Charax sp</i>	2	non protégée	champs et jardins
	Ordre: Anisoptera			
	Famille: <i>Libellulidae</i>			
Libellules	<i>Trithemis arteriosa</i>	2	Non protégée	Berge marécage et ruisseauxA
	Ordre: Coleoptera			
	Famille: <i>Curculionidae</i>			
Chenille foreuse de Palmier	<i>Rhynchophorus phoenicus</i>	2	Non protégée	Palmier mort
Le gyрин ou «sous-marin»	<i>Gyrinus natator</i>	2	Non protégée	Ruisseau
	Ordre: Gasteropoda			
	Famille: <i>Achatinidae</i>			
Escargot	<i>Achatina fulica</i>	1	Non protégée	Forêt Claire
	Ordre: Crustacés			
	Famille: <i>Caridinidae</i>			
Crevette	<i>Caridinia africana</i>	4	Non protégée	Rivières
Nkala, crabe	<i>Potamonautes bayonianus</i>	2	Non protégée	Rivières

Les différents spécimens de l'ichtyofaune ont été ensuite triés, groupés suivant leurs morphologies et identifiés par les clés appropriés ainsi que confirmés par les spécialistes de l'Université de Kinshasa. Leurs illustrations sont reprises plus bas.



Photo 40: Triage, analyse, groupage et identification des taxons prélevés par rivière dans la zone d'étude du territoire de Mutshastsha par un biologiste de CEMIC.



Photo 41: Larves et adultes de l'ichtyofaune pêchés dans la rivière Mulungwishi : Poissons, amphibiens ainsi que macro-invertébrés

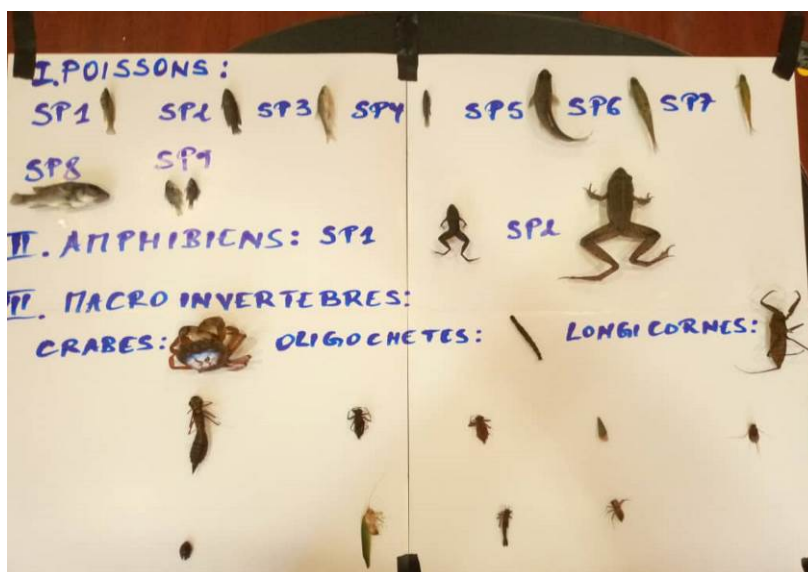


Photo 42: 9 espèces de poissons, 2 espèces de grenouilles et 5 espèces de macroinvertébrés pêchées dans 9 rivières du périmètre.

En RDC, la loi n°14 / 003 du 12 février 2013 portant sur la conservation de la nature, règlemente la chasse ainsi que la pêche en précisant les dates de fermeture bien connues à ce sujet. Ainsi, pour permettre à la faune terrestre ainsi qu'à la faune aquatique de se reproduire, la chasse est fermée dans la période allant de 15 mars à 15 septembre ; il en est de même pour la pêche.

3.3.2. De la flore et végétation:

Dans ce chapitre, il est question de décrire la flore de périmètres sous examen conformément à l'article 36 du chapitre III de l'annexe VIII du règlement minier en commençant par la végétation de l'Afrique puis de la sous-région Afrique du Sud – Est, et enfin du site sous examen.

A ce sujet, l'Afrique renferme environ 9% sur 12% de forêt claire du monde (Malaisse, 1997), laquelle couvre principalement les pays ci - après : l'Angola, le Botswana, le Malawi, le Mozambique, la Tanzanie, la Zambie, le Zimbabwe et la République Démocratique du Congo (RDC).

En RDC, la forêt claire zambézienne couvre une partie de la province du Kongo central ainsi que celle des provinces démantelées du Kasaï, Bandundu et du Katanga, subdivisée aujourd'hui en provinces de Haut – Katanga, Haut- Lomami, Tanganyika et du Lualaba. Notre zone du projet est totalement située dans la province du Lualaba.

Ainsi, l'analyse physionomique de la végétation de celle-ci, appuyée par les données de la littérature, confirme qu'il s'agit bien de la forêt claire zambézienne ou Miombo (Photo 28) dont une partie serait la forêt dense sèche (Muhulu).



Photo 43: Vue d'une forêt claire zambézienne à Kavuma

Ayant été principalement étudiée par Malaisse (op. cit.), la forêt claire zambézienne est « une formation végétale dont le recouvrement global, d'une part, en essences ligneuses arborescentes varie de 60 à 75 % et, d'autre part, en essences herbacées varie de 25 à 40%, et dont la hauteur des arbres atteint et dépasse facilement les 20 m.

L'analyse des différentes strates végétales de cette forêt claire a pu distinguer une diversité de formations végétales, notamment la forêt claire, la savane arbustive et herbeuse, la flore de termitières, les dilungu sur les plateaux, les dembos dans les vallées, les galeries forestières, le long de rivières permanentes (Tshimbundji, Lulua, Mudingwishi, etc.) et saisonnières (Mbulamema). L'étude approfondie de ces formations végétales a fait recours principalement aux méthodes de transect et phytosociologique de Braun Blanquet.

Après parcours et analyse du transect fait sur la tranche de la forêt claire prospectée, l'écorégion sous examen montre un gradient physiognomique décroissant en termes de taille d'espèces ligneuses arborescentes, allant de la forêt claire zambézienne (principalement à *Brachystegia spp*, *Isoberlina angolensis*, *Parinari curatellifolia*, etc.), en passant par la savane arbustive (*Syzygium guineense*, *Hymenocardia acida*, *Diplorhynchus candylocarpon*, *Albizzia antenusiana*, *Uapaca spp*) dans laquelle on observe, çà et là, la flore des termitières, jusqu'à la savane herbeuse à *Loudetia simplex* (appelée Dilungu), associée à d'îlots de géosuffrutex (*Parinari capensis*, *Parinari excelsa*, *Syzygium guineense var guineense* et à deux métalphytes pionnières de remblais (*Haumaniastrum katangense* et *H. robertii*, etc.).

A cette phytocénose, s'ajoutent celles situées autour de communautés, hameaux et cités habitées, constituées des cultures vivrières incluant les espèces alimentaires et fruitières (Manioc, patate douce, arachide, tabac, dongo dongo, mulenda, chous de chine, manguiers, etc.).

Les principales espèces végétales identifiées dans la zone d'étude ont été, d'une part, estimées quantitativement par la méthode de Braun Blanquet (1934) avec des coefficients d'abondance et dominance et, d'autre part, évaluées qualitativement en

usant les catégories et statuts de conservation et de vulnérabilité de l'UICN (2010) ou ICCN (2006) des espèces.

Par ailleurs, il a été mentionné la présence, d'une part, d'espèces envahissantes (*Solanum vulgare*) et, d'autre part, d'espèces rares et menacées d'extinction (*Protea angolensis* et *Vanila unifolia*) lesquelles sont rapportées dans différents tableaux floristiques.

En effet, *Vanila unifolia* est une orchidée grimpante et rare, récoltée près de la berge des rapides de la rivière Tshimbundji, à presque 250 m en amont du pont. Non loin de ce site rocher susévoqué, prospèrent de plantes ripicoles comme *Mitragyna stipulosa*, *Pandanus candelabrum*, *Calamus deeratus* (palmier liane ou rotin), etc.

Dans certains sites éloignés (Communautés Mulemena, Tshimbundji, Kavuma, Kamisange) de la zone d'étude, presque sans routes praticables, la forêt claire zambézienne originelle a pu être observée et se retrouve bien conservée. Dans les périmètres sous examen, la quasi totalité des communautés impactées par le présent projet ont été identifiées, inventoriées, indemnisées et délocalisées conformément à la législation en RDC.

Toutefois, à certains endroits, il convient de signaler que le projet a accordé un délai de grâce à quelques hameaux dont les membres ont déjà été indemnisés et relocalisés pour récolter les spéculations alimentaires au lieu de les gaspiller en les abandonnant. C'est entre autres les cas à la cité Musoka et de Kamo mission, où la forêt claire est quasiment inexistante à cause des champs encore maintenus en place.

Divers matériels et méthodes scientifiques, couplés aux entretiens libres au cours desquels les notes étaient prises et recoupées, ont permis de produire les résultats d'étude biologique que nous présentons ci – dessous.

3.3.2.1. De la présentation des résultats de l'étude de la flore

1°. Sites prospectés pour l'étude biologique

En dehors de Kansoko et Kakula, KAMCO possède d'autres périmètres miniers incluant plusieurs écosystèmes et communautés humaines qui s'étendent sur 12 Km au-delà de Kakula dont les coordonnées géographiques et caractéristiques sont rapportées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 111: Sites prospectés pour l'étude floristique des écosystèmes et communautés

Sites prospectés et Communautés	Altitude	Latitude	Longitude	Densité ariale	Végétations et Flores dominantes	Grand diamètre et hauteur d'arbres
Kansoko : Mines				22	Di : Uapaca spp	30 cm / 8 m
Kakula : Administration				34	FC : Brachystegia spp,	55cm / 20 m
Kakula: Parking Trucks	1427 m	10° 52' 37,5''	025° 12' 96,2''	20	FC:Brachystegia, Protea, Albizzia, Swartia, Ochna, Diplorhynchus,	45 - 55 cm/ 20m
Kakula : Logements juniors	1424 m	10° 53' 34,9''	025° 12' 44,9''	23	FC: Brachystegia, Roche	40 cm / 20 m
Kakula : Concentrateur	1424m	10° 53' --	025° 08'	52	FC:Marquesia macroura, Termitières: Solanum sp	25 cm / 22 m
Cité Maseka	1395 m	10° 53' 19,5''	025° 08' 69,3''	24	Di: Loudetia simplex Uapaca	20 cm / 5 m
Kamisange : Plot 1	1377 m	10° 53' 11,2''	025° 07' 19,7''	36	FC : Brachystegia spp, Uapaca spp	30 cm / 20 m
Kamisange : Plot 2	1375 m	10° 53' 99,4''	025° 07' 22,4''	34	FC : Brachystegia, etc	40 cm / 20 m
Kamisange : Plot 3	1374 m	10° 53' 04,9''	025° 07' 23,7''	32	FC : Brachystegia	39 cm / 20 m
Kamisange : Plot 4	1367 m	10° 53' 18,9''	025° 06' 09,6''	46	FC + Termitières	35 cm / 18 m
Kavuma : Plot 1	1359 m	10° 53' 26,3''	025° 06' 72,0''	93	FC : Arbres et arbustes	38 cm / 18 m
Kavuma : Plot 2	1364 m	10° 53' 32,9''	025° 06' 13,8''	72	FC : Brachystegia, Isoberlinia	40 cm / 20 m
Kavuma : Plot 3	1310 m	10° 53' 32,9''	025° 06' 13,8''	71	FC : Brachystegia spp	41 cm / 20 m
Kavuma : Plot 4	1358 m	10° 53' 36,4''	025° 06' 73,1''	53	FC : Albizia antenusiana	36 cm / 12 m
Kavuma : Plot 5	1357 m	10° 53' 37,3''	025° 06' 71,8''	43	FC : Monotes katangensis	45 cm / 19 m
Ferme-Mumba: source Tshimbundji	1327 m	10° 54' 45,8''	025° 06' ---	0	De: Typha australis, T. domingensis, Phoenix reclinata, Acacia polyacantha	0 m
Tshimbundji : Plot 1	1302 m	10° 54' 19,1''	025° 05' 20,7''	23	Rapides, Pandanus sp, affleurements	47 cm / 18 m
Tshimbundji: Plot 2	1294 m	10° 54' 24,9''	025° 05' 17,7''	21	FG : Mytragina, Harungana, Calamus, Vanilla unifolia : Mushitu	37 cm / 18 m
Tshimbundji: Plot 3	1263 m	10° 54' 07,4''	025° 15' 19,7''	45	FG : Vallée de la rivière Tshimbundji : Mushitu	38 cm / 18 m

Mulemena : Plot 1	1340 m	10° 55' 12,2''	025° 04' 75,9''	38	FC: Isoberlinia, Brachystegia	40 cm / 20 m
Mulemena : Plot 2	1330 m	10° 55' 12,2''	025° 04' 55,6''	44	FC: Isoberlinia, Brachystegia	39 cm / 18 m
Helipad plateform		10° 52'	025° 04'	0	SH : Hyparrhenia spp, Imperata cylindrica	0 m
Cité BOAZ : Plot 1	1389 m	10° 52' 94,6''	025° 11' 10,9''	58	FC : Brachystegia spp, Albizia sp	40 cm / 13 m
Cité BOAZ : Plot 2	1390 m	10° 52' 91,3''	025° 11' 10,3''	66		51 cm / 19 m
Cité BOAZ : Plot 3	1365 m	10° 52' 90 ''	025° 11' ---	45	FC & Dilungu	45 cm / 16 m
Cité MUSOKA	1350 m	10° 52' 91,3''	025° 11' 10,3''	0	SA : Champs cultures	0 m
Cité VENANCE	-			23	FC + Dilungu	20 m
Kamoa Mission	-			22	FC + Dilungu	18 m
Pont Lulua : Plot 1	1152 m	10° 44' 36,7''	025° 04' 55,8''	26	FG: Ficus seretii, Myragina stipulosa, Calamus deeratus, Anthocleista sp,	30 cm / 17 m
Pont Lulua : Plot 2	1156 m	10° 44' 33,7''	025° 04' 54,8''	18	FG : Parinari curatellifolia, Myragina	60 cm, 20 m

Légende : De : Dembo ; Di : Dilungu ; FC : Forêt claire ; FG : Forêt galerie ; SH : Savane herbeuse ; SA : Savane arbustive

2°. Formations végétales identifiées dans les périmètres de KAMCO

Après la prospection de sites susévoqués, les formations végétales ci-après ont été identifiées, décrites et consignées dans le tableau 112.

Tableau 112: Principales formations végétales identifiées et prospectées dans le périmètre

Formations végétales	Espèces dominantes :	Hauteur	Diamètre	Densité ariale
Forêt claire zambézienne : strate arborescente	<i>Brachystegia spp, Isoberlina angolensis, Parinari curatellifolia, Marquesia macroura</i>	20 m	50 cm	30
Forêt galerie ou Mushitu : strate arborescente	<i>Mitragyna stipulosa, Harungana madagascariensis, Calamus deeratus, Pandanus candalabrun ; Xerophyta sp</i>	20 m	50 cm	35
Savane arbustive : strate arbustive	<i>Diplorhynchus candylocarpon, Uapaca spp, Albizzia spp, Vitex spp;</i>	7 m	20 cm	20
Savane herbeuse : strate herbeuse	<i>Hypparhenia bracteata, Aframomum albo- violaceaum</i>	2 m	2 cm	0
Dilungu : strate herbeuse	<i>Loudetia simplex, Fimbristylis sp, Parinaria capensis, Haumaniastrum robertii, Uapaca sp</i>	1,5 m	1 cm	0
Dembo : prairie herbeuse	<i>Phoenix reclinata, Acacia polyacantha, Alstonia boonei ; Typha domengensis, Typha australis,</i>	1, 5 m	1 cm	3
Flore des termitières :	<i>Sterculia berquartii, Vitex mombassae,</i>	0 – 8 m	20 cm	5

strate arbustive	<i>Asparagus spinosa</i> , <i>Setaria lindenbergiana</i> ,			
Flore métallifère : strate herbeuse	<i>Haumaniastrum spp</i> et <i>Amaranthus purpurea</i>	0– 0,5m	0,5 cm	0
Flore cultivée : strate herbeuse	<i>Manihot esculenta</i> , <i>Ipomoea batatas</i> , <i>Zea mays</i>	≤ 2m	0,5 cm	0

3°. Diversité floristique de formations végétales prospectées

L'abondance et la richesse floristique de formations végétales sont reprises dans le tableau synthèse 113 ci-dessous.

Tableau 113: Plantes inventoriées dans les formations végétales de KAMCO

Noms vernaculaires (Ndembo, Swahili, Kiluba, Sanga, Langa)	Noms scientifiques de Familles, Genres et Espèces	Quantité estimée	Statut de la flore	Ecosystème
	Anacardiaceae :			
Embe, Manguier	<i>Mangifera indica</i>	1, 1	LC, cultivée	Parcelles
	Annonaceae :			
Mulolo	<i>Annona senegalensis</i>	1, 1	LC, spontanée	Savane arbustive
	Apocynaceae :			
Muburi / Mwenge	<i>Diplorhynchus candylocarpon</i>	2, 2	LC, spontanée	Savane arbustive
Caouchoutier	<i>Landolphia pomifera</i>	2, 2	LC, spontanée	Savane herbeuse
	Araliaceae :			
Chitebi – tebi	<i>Cussonia arborea</i>	+, +	LC, spontanée	Forêt Termitières
	Arecaceae :			
Kisonga, Palmier – Dattier	<i>Phoenix reclinata</i>	2, 3	LC, spontanée	Dembo - Mumba
Rotin ; Kabobo	<i>Calamus deeratus</i>	1, 1	LC, spontanée	Forêt galerie
	Asteraceae :			
Ageratum	<i>Ageratum conyzoides</i>	2, 2	LC, spontanée	Savane herbeuse
	Bambusaceae :			
Shimbala, Roseau	<i>Oxythenantera abyssinica</i>	1, 2	LC, spontanée	Dembo
	Chrysobalanaceae :			
Mpundu	<i>Parinari curatelifolia</i>	2, 2	LC, spontanée	Forêt galerie rivière Lulua
Mpundu – dilungu	<i>Parinari capensis</i>	3, 3	LC, spontanée	Dilungu
	Clusiaceae /Guttiferaceae:			
Katunia	<i>Harungana madagascariensis</i>	2, 1	LC, spontanée	Marécages, forêt galerie
Mee /Mehe	<i>Psorospermum febrifugum</i>	+, +	LC, spontanée	Savane arbustive
	<i>Garcina huillensis</i>	+, +	LC, spontanée	Forêt galerie

	Combretaceae :			
Masuku	<i>Combretum molle</i>	2, 2	LC, spontanée	Forêt claire
	Cyperaceae :			
	<i>Cyperus dives</i>	2, 2	LC, spontanée	Dembo – Ferme Mumba
	<i>Eleocharis variegata</i>	1, 2	LC, spontanée	Dembo – Ferme Mumba
Makonge	<i>Scleria racemosa</i>	1, 2	LC, spontanée	Dembo – Ferme Mumba
	Typhaceae :			
Mankeletu, Roseau	<i>Typha australis</i>	2, 2	LC, spontanée	Dembo – Ferme Mumba
Mankeletu, Roseau	<i>Typha domingensis</i>	1, 2	LC, spontanée	Dembo – Ferme Mumba
	Dennstaedtiaceae :			
Misili	<i>Pteridium aquilinum</i>	1, 1	LC, spontanée	Savane arbustive
Musili	<i>Pteridium esculentum,</i>	1, 1	LC, spontanée	Savane arbustive
	Dipterocarpaceae :			
Museshi	<i>Marquesia macroura</i>	1, 2	LC, spontanée	Camp travailleurs
Kimpampa	<i>Monotes katangensis</i>	2, 2	LC, spontanée	Forêt claire
	Euphorbiaceae :			
Tulu, Lusonga	<i>Euphorbia turicalli</i>	2, 2	LC, cultivée	Clôture de parcelles
Kavura wuni / Kabala – bala	<i>Bridelia duvigneaudii</i>	1, 1	LC, spontanée	Termitières
Masuku	<i>Uapaca nitida</i>	1, 1	LC, spontanée	Forêt claire
Masuku	<i>Uapaca sansibarica</i>	2, 2	LC, spontanée	Forêt claire
Masuku	<i>Uapaca kirkiana</i>	3, 3	LC, spontanée	Forêt claire
Mupasa	<i>Maprounea africana</i>	1, 1	LC, spontanée	Forêt claire
Museshe	<i>Burkea africana</i>	+, +	LC, spontanée	Forêt claire
Mutebitebi	<i>Uapaca robynsii</i>	+, +	LC, spontanée	Termitières
	Fabaceae :			
Kasana	<i>Nelsonia sp</i>	1, 1	LC, spontanée	Cour parcellaire
	<i>Cassia occidentalis</i>	1, 1	LC, spontanée	Champs
	<i>Crotalaria sp</i>	1, 1	LC, spontanée	Forêt galerie
Muhunga	<i>Acacia polyacantha</i>	2, 2	LC, spontanée	Dembo – Mumba
Kabanze-banze	<i>Albizia adianthifolia</i>	1, 1	LC, spontanée	Kamoa camp
Manga	<i>Brachystegia bussei</i>	2, 2	LC, spontanée	Forêt claire
Manga	<i>Brachystegia floribunda</i>	2, 2	LC, spontanée	Forêt claire
Mubanga	<i>Pericopsis angolensis</i>	+, +	LC, spontanée	Forêt claire
Muhumbo	<i>Brachystegia longifolia</i>	1, 1	LC, spontanée	Forêt claire
Mupopa	<i>Julbernardia paniculata</i>	1, 1	LC, spontanée	Forêt claire
Mupopa, Mutobo	<i>Isobertinia angolensis</i>	3, 3	LC, spontanée	Forêt claire
Musese	<i>Albizia antunesiana</i>	1, 1	LC, spontanée	Forêt claire
Musese	<i>Erythrophleum africanum</i>	+, +	LC, spontanée	Forêt claire
Mutondo	<i>Julbernardia paniculata</i>	2, 2	LC, spontanée	Forêt claire

Kiputu mazal	<i>Uvaria angolensis</i>	1, 1	LC, spontanée	Forêt claire
Muhumbo	<i>Brachystegia longifolia</i>	1, 1	LC, spontanée	Forêt claire
Mubanga	<i>Pterocarpus angolensis</i>	+, +	LC, spontanée	Forêt claire
Bukalabwambwa	<i>Coccinia adoensis</i>	2, 2	LC, spontanée	Sous-bois
Manga	<i>Brachystegia manga</i>	3, 3	LC, spontanée	Forêt claire
Musese	<i>Albizia antenusiana</i>	1, 1	LC, spontanée	Forêt claire
Plante sensitive	<i>Mimosa pudica</i>	1, 1	LC, spontanée	Berge rivière Lulua
Buba	<i>Tephrosia vogelii</i>	2, 2	LC, cultivée	Parcelles
	Hymenocardiaceae :			
Kapempe	<i>Hymenocardia acida</i>	1, 1	LC, spontanée	Savane arbustive
	Hyridaceae :			
	<i>Xyris leonensis</i>	2, 2	LC, spontanée	Dilungu
	Irvingiaceae :			
	<i>Irvingia sp</i>	+, +	LC, spontanée	Forêt galerie rivière Lulua
	Lamiaceae :			
	<i>Haumaniastrum robynsii</i>	2, 2	LC, spontanée	Dilungu
	Lauraceae :			
Avocatier	<i>Persea americana</i>	1, 1	LC, cultivée	Parcelles
	Liliaceae :			
	<i>Aloe greatwieldii</i>	+, +	LC, spontanée	Forêt claire
	<i>Aloe chabauldii</i>	+, +	LC, spontanée	Termitières
	<i>Asparagus spinosa</i>	+, +	LC, spontanée	Termitières
	<i>Dracaena reflexa</i>	+, +	LC, spontanée	Forêt galerie
	Loganiaceae :			
	<i>Markhamia obtusifolia</i>	+, +	LC, spontanée	Savane arbustive
Kasongele	<i>Strychnos innocua</i>	+, +	LC, spontanée	Forêt claire
Mankuriba	<i>Strychnos sp1 (Comestible)</i>	+, +	LC, spontanée	Forêt claire
Kasongele	<i>Strychnos cocculoides</i>	1, 1	LC, spontanée	Forêt claire
Muneku	<i>Anthocleista liebrechtiana</i>	1, 1	LC, spontanée	Forêt galerie
	Malvaceae :			
Mwabi, Mureni (Kandembo)	<i>Sterculia quinqueloba</i>	+, +	LC, spontanée	Termitières
	<i>Urena lobata</i>	1, 1	LC, spontanée	Dilungu
	<i>Alstonia boonei</i>	+, +	LC, spontanée	Dembo
Sida	<i>Sida rombifolia</i>	+, 1	LC, spontanée	Savane arbustive
Nguba nzi muderi	<i>Bombacopsis glabra</i>	+, +	LC, cultivée	Parcelles
	Melastomataceae :			
	<i>Memecylon sp</i>	1, 1	LC, spontanée	Dilungu
	<i>Dichataena sp</i>	1, 2	LC, spontanée	Dilungu
	<i>Dissotis derriksiana</i>	+, +	LC, spontanée	Dilungu
	<i>Dissotis sp</i>	1, 1	LC, spontanée	Dilungu
	Moraceae :			
Tomborio	<i>Ficus stuhlmannii</i>	+, +	LC, spontanée	Termitières
Kaseri – seri	<i>Ficus rhodesica</i>	+, +	LC, spontanée	Termitières

Tomboria	<i>Ficus sycomorus</i>	+, +	LC, spontanée	Forêt galerie rivière lulua
Momboya	<i>Treculia africana</i>	+, +	LC, cultivée	Kakula
	Musaceae :			
Ndiji	<i>Musa sapientum</i>	2, 2	LC, cultivée	Champs Kavuma
	Myrtaceae :			
Musafu	<i>Syzygium guineense</i>	2, 2	LC, spontanée	Savane arbustive
Musafu	<i>Syzygium sp</i>	1, 2	LC, spontanée	Dilungu
	Onagraceae :			
	<i>Ludwigia leptocarpa</i>	1, 1	LC, spontanée	Dembo
	Orchidaceae :			
	<i>Aerangis kotschyana</i>	2, 2	LC, spontanée	Camp Kamo
	<i>Angraecum spp</i>	1, 1	LC, spontanée	Forêt galerie
	<i>Ansellia africana</i>	+, +	LC, spontanée	Arbres à Kolwezi
	<i>Bulbophyllum à 1 foliole</i>	2, 2	LC, spontanée	Forêt galerie
	<i>Bulbophyllum à 2 folioles</i>	1, 1	LC, spontanée	Forêt galerie
	<i>Graphorkis lurida</i>	+, +	LC, spontanée	Kamo camp
	<i>Polystachya sp</i>	2, 2	LC, spontanée	Kamo camp
Kikanda	<i>Satyrium sp1</i>	+, +	LC, spontanée	Dilungu Venancia
Vanilier	<i>Vanila unifolia</i>	1, 1	Vu, Rare, protégée	Forêt galerie à Tshimbundji
	Pandanaceae :			
Mushitu	<i>Pandanus candalabrun</i>	+, +	LC, spontanée	Forêt galerie Tshimbundji
	Poaceae :			
Dilungu	<i>Eragrostis sp</i>	2, 2	LC, spontanée	Savane herbeuse
Dilungu	<i>Loudetia simplex</i>	4, 4	LC, spontanée	Dilungu
Muhulu	<i>Setaria lindenbergiana</i>	3, 3	LC, spontanée	Termitières
	<i>Pennisetum anisetum</i>	2, 2	LC, spontanée	Savane rudérale / Tshimbundji
Proche d'Eragrostis	<i>Melinis amethystea</i>	1, 1	LC, spontanée	Savane rudérale
Lubamba	<i>Hyparrhenia spp</i>	3, 3	LC, spontanée	Savane rudérale
Lubamba	<i>Imperata cylindrica</i>	2, 2	LC, spontanée	Savane herbeuse
Herbe à Éléphants	<i>Pennisetum anisetum</i>	2, 2	LC, spontanée	Savane herbeuse
	Polygalaceae :			
Mupapi	<i>Securidaca longipendiculata</i>	1, 1	LC, spontanée	Forêt claire
	Proteaceae :			
Mufifi-amene	<i>Protea angolensis</i>	+, +	Vu, Rare, spontanée	Muhulu / Tshimbundji
	Rhizophoraceae :			

Fungo	<i>Anisophyllea pomifera</i>	1,2	LC, spontanée	Forêt claire
	Rutaceae :			
Pamlemoussier	<i>Citrus maxima</i>	+, +	LC, cultivée	Parcelles
Citronnier	<i>Citrus lemon</i>	1, 1	LC, cultivée	Parcelles
	Smilacaceae :			
	<i>Smilax anceps</i>	2, 2	LC, spontanée	Savane herbeuse
	Solanaceae :			
Mukoshi	<i>Nicotiana tabacum</i>	2, 2	LC, cultivée	Champs, Venancia
Nyanya	<i>Solanum vulgaris</i>	3, 3	LC, spontanée, envahissante	Forêt claire
	Velloziaceae :			
	<i>Xerophyta sp</i>	+, +	LC, rare spontanée,	Forêt galerie / Lulua
	Verbenaceae :			
Mavi a nkuku	<i>Lantana camara</i>	2, 2	LC, spontanée	Termitières
Mufutu	<i>Vitex buchaniana</i>	+, +	LC, spontanée	Forêt claire
Mufutu	<i>Vitex mombassae</i>	1, 1	LC, spontanée	Forêt claire
Mufutu	<i>Vitex madiensis</i>	+, +	LC, spontanée	Forêt claire
Mufutu	<i>Vitex sp</i>	+, +	LC, spontanée	Forêt claire
	Vitaceae :			
Cissus	<i>Cissus sp</i>	+, +	LC, spontanée	Termitières
	<i>Ampelocissus sp</i>	+, +	LC, spontanée	Termitières
	Zingiberaceae :			
Tungulu pori	<i>Aframomum albo-violaceum</i>	3, 3	LC, spontanée	Savane herbeuse

Légende : LC : Less concerned (faible considération).

3.3.3. Des milieux sensibles

Conformément aux articles 1 à 7, de l'annexe XI du Règlement Minier, point 2 portant sur les milieux sensibles. L'article 3 de l'annexe XI énumère les différentes sortes des milieux sensibles. Il s'agit entre autres de 6 milieux suivants:

- Une mangrove ou un marécage situé à moins 10 Km du périmètre ;
- Un lac ;
- Une zone d'habitat et/ou de migration d'espèces animales et végétales menacées / protégées telles que présentées dans les tableaux repris aux articles 4 à 7 de la présente annexe ;
- Une zone sujette à érosion ;
- Une zone aride ou semi-aride sujette à la désertification ; et
- Une source d'eau potable.

Par rapport à la description des milieux sensibles présentés ci-haut, le requérant minier n'a pas identifié un milieu sensible à moins de 10 Km des infrastructures de base de KAMCO.

Toutefois, il sied de mentionner deux écosystèmes susceptibles d'être considérés comme des milieux sensibles, à savoir : les dembo et les dilungu.

Bien que non répertoriés nommément à l'article 3 de l'annexe XI, en réalité, les dembos et dilungu seraient des milieux sensibles qui renfermeraient des nappes d'eaux souterraines communicantes et capables d'alimenter les cours d'eaux et les étangs piscicoles.

1°. Les dembos, observés çà et là dans la zone du projet, sont des sols hydromorphes assimilables aux marécages et présentent des liens écologiques avec les dilungu.



Photo 44: Des étangs piscicoles et cultures maraichères développés dans les dembos.

Par ailleurs, les sols hydromorphes des dembos sont des sols tourbeux et couverts par une flore herbacée à *Typha domingensis*, *Phoenix reclinata*, *Oxythenantera abyssinica*, *Ludwigia leptocarpa*, *Scleria sp*, *Cyperus sp*, et par une flore ligneuse à *Myragina stipulosa*, *Acacia polyacantha*, *Harungana madagascariensis*, *Alstonia sp*, [Photo 45].



Photo 45: Aperçu d'une flore de dembo à la ferme Mumba

2°. Quant aux dilungu, ils constituent des vastes étendues savanicoles et des milieux sensibles qui sont victimes des feux de brousse à des fins agropastorales surtout en saison sèche. Par ailleurs, les feux de brousse précoces sont susceptibles d'amenuiser la biodiversité de dilungu incluant reptiles, petits rongeurs, insectes et une flore particulière.

L'inventaire floristique fait de la lisière des dilungu vers leurs centres, montre la composition floristique dominée par la présence abondante d'espèces herbacées dans l'ordre suivant : *Loudetia simplex*, *Brachiaria sp*, *Eragrostis tenuifolia*, *Pennisetum unisetum*, *Hyparrhenia diplandra*, *H. rufa*, *H. vogelii*, *Imperata cylindrica*, *Parinari capensis*, *Syzygium guineense var guineense*, *Haumaniastrum sp*, *Fimbristylis gabonica*, et *F. ferruginea*), constituant un bon pâturage pour le gros bétail (Photo 46).



Photo 46: Feux de brousse pour stimuler le pâturage pour gros bétail dans le dilungu

A l'issue des inventaires fauniques et floristiques réalisés dans les dilungu, il s'est avéré, d'une part, que la plupart des dilungu prospectés (Cité de Maseka : 1385 m d'altitude et autres) sont situés en altitudes élevées par rapport aux dembos avec parfois une dénivellation importante comme celle de la Ferme Mumba à 1327 m d'altitude, soit 58 mètres et, d'autre part, que les sources d'eaux prennent leurs origines dans les dembo communicant avec les dilungu.

Ainsi, par infiltration, drainage latéral, oblique ou transversal, ainsi que par ruissèlement, les eaux pluvieuses s'infiltrant dans les dilungu alimentent les nappes de dembos lesquels finissent par constituer les sources de rivières dans le grand Katanga, en général, et dans la province du Lualaba, en particulier. C'est entre autres les cas de rivières Tshimbundji, Mulungwishi, etc. qui prennent naissance à partir de dembos Ngulube près du village Shindano.

Ainsi, perturber le cycle d'eau au niveau de dilungu occasionnerait la perturbation des eaux de dembos, et par conséquent, celui des rivières et ruisseaux du Katanga. Aussi, on craindrait de provoquer l'assèchement des dembo, et à fortiori celui de rivières, si on procède à la perturbation de cet écosystème.

En sus, il y a moins de deux ans que la rivière Lubemba, située dans un dembo au village Kishiba dans le territoire de Sakania, s'était asséchée. La cause probable de cet assèchement n'est pas connue à part l'hypothèse liée à la destruction de dembo.

3°. Quant aux zones sujettes à des érosions, les infrastructures de KAMCO, en construction, sont établies dans une zone à relief accidenté, où les plateaux surélevés alternent avec de vallées parfois encaissées et des pentes abruptes ainsi que des dilungu et dembo.

Par ailleurs, à certains endroits, la topographie, la granulométrie et la texture des sols constituent une prédisposition de la zone d'étude à des érosions, partout et surtout où il y aura, d'une part, déforestation et découverte de sols sableux et sablonneux (comme les dilungu) pour recevoir d'éventuelles infrastructures (routes, ponts, logements, bureaux, etc.) et d'autre part, des terrains en pente.

3.3.4. ZONES DE RESTRICTION

A l'intérieur ou à proximité des Permis de KAMCO sous étude et conformément à l'annexe VII au point B.3 du règlement minier, la situation des zones de restriction se présente de la manière suivante. Est considérée comme une zone de restriction, l'une ou plusieurs zone (s) suivante (s) :

- Zone réservée au cimetière ;
- Zone contenant des vestiges archéologiques ou monuments nationaux.
- Zone située à moins de 90 m d'un barrage ou d'un bâtiment de l'état;
- Zone située proche des installations de la Défense Nationale ;
- Zone faisant partie d'un aéroport ;
- Zone réservée au projet de chemin de fer ;
- Zone réservée à la pépinière pour forêt ou plantation des forêts ;
- Zone située à moins de 90 m de la frontière de village, cité, ville ;
- Zone constituant une rue, une route d'intérêt communautaire, pistes et sentiers présents à proximité du site ;
- Zone comprise dans un parc national ;
- Zone située sur ou à moins de 180 m des maisons ou bâtiments occupés, inoccupés ou temporairement inoccupés ;
- Zone située sur à moins de 45m de terres sarclées et labourées pour cultures et ferme.

Après prospection et analyse de différentes zones de restriction, il sied de signaler qu'aucune zone de restriction n'a été observée dans et autour des périmètres sous examen, proches d'infrastructures susvisées, la présence d'aucune zones de restriction à ± 1 et 5 Km.

Les zones, autrefois situées sur ou à moins de 180 m des maisons ou bâtiments occupés, inoccupés ou temporairement inoccupés par les communautés (villages et hameaux) ainsi que celles occupées ou encore situées à moins de 45 m de terres

sarclées et labourées pour les activités agropastorales (champs et fermes), ont été déguerpies et désaffectées.

Les occupants et utilisateurs ont été sensibilisés au cours de consultations des publics, identifiés, répertoriés selon des ménages et catégories, indemnisés au prorata de la taille de leurs ménages, délocalisés et relocalisés dans des nouvelles communautés assortis des compensations pécuniaires et matérielles (maisons d'habitation conséquentes, écoles, terrains de sport, puits de forage, etc.), à l'instar de la communauté Muvumba, et d'autres.

3.3.5. Des espèces animales protégées totalement et partiellement protégées

Dans ce chapitre, le requérant minier décrit l'environnement biologique conformément aux articles 4 et 5 de l'annexe XI du règlement minier, portant respectivement sur les animaux totalement et partiellement protégés en RDC. Après prospection du site, il s'avère que la zone du projet sous examen n'abrite pas assez d'animaux totalement protégés tels que repris dans leurs tableaux énumératifs, à part le Crocodile de Nil (*Crocodylus niloticus*), signalé en aval de la rivière Tshimbundji ainsi que le garde-bœuf (*Bubulcus ibis*).

3.3.6. Des espèces végétales protégées totalement et partiellement protégées

Dans ce chapitre, le requérant minier décrit l'environnement biologique conformément aux articles 6 et 7 de l'annexe XI du règlement minier, portant respectivement sur les espèces végétales totalement et partiellement protégées. La zone du projet sous examen n'abrite pas les espèces végétales littéralement protégées telles que reprises dans leurs tableaux énumératifs.

Toutefois, il y existe des écosystèmes, zones écologiques, contenant des espèces végétales menacées d'extinction, comme la forêt dense sèche (Muhulu) qui couvre une partie de notre zone d'étude. En effet, une partie du territoire de Mutshatsha, appartenant à la province du Lualaba, serait couverte par la forêt dense sèche (Malaisse, 1997) retrouvée sur les hauts plateaux du Katanga (zone située entre la communauté Kavuma, Tshimbundji et Mulemena), ainsi que des espèces végétales rares et menacées d'extinction, reprises dans le tableau énumératif.

Aussi, quatre espèces végétales rares et menacées d'extinction ont été observées et récoltées dans la forêt claire à Tshimbundji, à savoir : *Protea angolensis*, *Vanilla unifolia*, une orchidée grimpante, *Xerophyta sp*, une *velloziaceae* et *Pandanus candalabrun* reprises dans la photo 47.



Photo 47: Plantes menacées: *Protea angolensis*, *Vanilla unifolia*, *Xerophyta sp*, etc.

En dehors des espèces susévoquées, la région prospectée est reconnue par plusieurs auteurs [Ben Munding et al. (2012), Faucon et al. (2010 et 2011), etc.], pour sa flore métallifère à endémisme sous régional, rare et menacée d'extinction.

Les investigations faites dans le périmètre sous examen ont permis d'identifier et d'observer une colonie de *Haumaniastrum sp*, une espèce métallifère à géosuffrutex, pionnière sur les remblais miniers et dispersée dans les dilungu, *Xerophyta sp/Velloziaceae*, et *Amaranthus purpurea*, observé respectivement aux dilungu de la cité de Maseka, à la berge de la rivière Lulua à côté du pont et à la bordure du bassin de décantation des eaux de la mine de Kakula.

3.3.7. De la flore des termitières

Le périmètre sous examen est parsemé d'énormes termitières abritant une flore arbustive et herbacée assez particulière constituée de : *Sterculia berquartii*, *Uapaca robynsii*, *Vitex mombassae*, *Boscia sp*, *Asparagus spp*, *Setaria lindenbergiana*, *Sansivièria cylindrica* et *Smilax anceps*).

KAMCO a pris soin de sélectionner et préserver quelques –unes des termitières avec leurs flores dans et autour de l'usine de Kakula.

3.3.8. Des zones sujettes à l'érosion.

Les périmètres de KAMCO, sous examen, sont établis dans une zone au relief accidenté, avec des plateaux surélevés, des vallées parfois encaissées et des pentes abruptes.

La topographie et la différence de niveaux du site constituent une prédisposition de périmètres d'étude à des érosions partout où il y a déforestation et découverte de sols pour installer diverses infrastructures (routes, ponts, logements, bureaux, etc.) surtout sur les terrains en pente.

Mue par la prudence et le réflexe de la conservation de la biodiversité et des écosystèmes, KAMCO a pris soin de procéder à la construction des drains et canalisations des eaux des pluies et d'exhaure ainsi qu'à la plantation de la verdure pour réduire voire contenir d'éventuelles érosions, grâce à son département de l'environnement qui dispose d'une pépinière fournie en essences antiérosives, notamment le *Vetiver zyzanoides* (Poaceae).

CHAPITRE IV. LA DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT SOCIOLOGIQUE

Le présent chapitre décrit l'environnement socioéconomique et culturel de la zone du projet Kamoia – Kakula en conformité avec l'article 38 de l'Annexe VIII du Règlement Minier tel que modifier et compléter à ce jour. Cet article stipule que le requérant d'un droit d'exploitation des mines ou des carrières permanentes décrit l'environnement sociologique de son projet en:

- (a) identifiant les villages, communautés, et habitations à l'intérieur de son périmètre et à proximité de son périmètre ainsi que leur chef ou responsable et les autorités administratives locales ;
- (b) déterminant les sources de revenus de ces populations et estime leur revenu annuel ;
- (c) évaluant parmi ces populations, le pourcentage de personnes illettrées, le pourcentage de personnes malades, la nature des maladies ou épidémies et l'accès de ces populations à des soins médicaux ;
- (d) identifiant la nature et l'étendue des activités de ces populations à l'intérieur du périmètre ou à proximité telles que l'industrie, l'agriculture, l'élevage, la cueillette, la chasse, la pêche, le piégeage etc;
- (e) déterminant les infrastructures routières et les chemins de passage des populations à l'intérieur ou aux alentours du périmètre ;
- (f) déterminant si son périmètre empiète ou se trouve à proximité d'une ou plusieurs zones de restrictions telles que définies à l'article 2 du Règlement Minier.

La description de l'environnement sociologique a été rendu possible suite à une revue de littérature, d'une analyse des données de recensement déterminé de la zone d'influence du projet, de la recherche qualitative, des enquêtes par sondage socioéconomique sur les ménages et d'une enquête de recensement auprès des ménages.

L'étude socioéconomique s'est inscrite dans une recherche qui s'est déroulée d'avril à juillet 2019 pour mettre à jour les données d'enquête précédentes de 2013, mais surtout se concentrer sur la situation sociale actuelle dans cette zone. D'autres collectes des données sur la situation sanitaire ont été effectuées en juin et juillet 2019.

La particularité de cette étude, c'est la couverture de toute la zone du projet (toutes les communautés affectées) par des enquêtes (40 villages au total) et mettre à jour les données d'enquête précédentes. Il s'est agi au total de 40 villages qui composent les communautés affectées.

Les données du recensement de ce projet ont concerné tous les villages se trouvant dans son périmètre et les villages environnants. Un processus de délocalisation et relocalisation associée à une enquête socio-économique sont en cours depuis juin 2019. Le village Kakula sera délocalisé parce que situé dans une zone qui devrait être touchée par les travaux d'exploitations minières.

3.4.1. Identification des communautés et villages à proximité du périmètre

Une étude socioéconomique a été menée dans la zone d'influence du Projet Kamo – Kakula dans le cadre de la mise à jour de l'étude d'impact environnemental et Social sur plusieurs communautés impactées afin d'établir les indices sur la vie sociale et économique de la population ainsi que d'autres informations importantes.

Cette zone d'influence de la société s'étend à plus ou moins 400Km² et compte 40 villages/communautés (voir annexe). Le nombre de population totale de la zone est estimé à environ 10.348 personnes (2019, p. Kasase et Mutombo).

La ville de Kolwezi est le centre urbain le plus proche du projet. Cette ville est la capitale de la Province de Lualaba. Elle regorge des gisements importants des minerais, et a aussi une haute importance stratégique pour le projet, à cause de :

- Sa proximité par rapport à la mine (45 km). La majorité des membres du personnel de la mine (à l'exception de ceux qui campent sur le site et ceux qui vivent dans les villages environnants) résident à Kolwezi et dépendent des services sociaux de la ville.
- Sa situation géographique. La ville est bien située en termes d'accessibilité à l'Angola et Zambie. Actuellement, la plus grande partie du cuivre est exportée via la Zambie à travers le poste frontière de Kasumbalesa, à seulement 390 kilomètres de Kolwezi. La ville est également bien reliée par voie routière, ferroviaire et aérienne aux deux autres villes: Lubumbashi et Likasi.

3.4.2. Organisation administrative et autorités locales

Le siège d'exploitation de la société KAMCO se trouve dans la juridiction dans la Province du Lualaba, Territoire de Mutshatsha, Secteurs de Luilu et de Lufupa, respectivement dans les Groupements Mwilu et Musokantanda. Mais il est beaucoup plus proche de la ville de Kolwezi, qui est la capitale ou le chef-lieu de la Province du Lualaba.

Le chef-lieu ou la capitale provinciale de la Province du Lualaba, Kolwezi est située à environ 45 km au Nord-Ouest. Cette Province est dotée de minerais et regorge des gisements importants de cuivre, de cobalt et uranium à l'échelle mondiale.

La Province de Lualaba est dirigée par le Gouverneur Monsieur Richard MUYEJ MANGEZ MANS assisté par son Adjoint Madame Fifi MASUKA SAÏNI. Outre ces cadres dirigeants, un Gouvernement Provincial ainsi qu'une Assemblée Provinciale législative appuient la politique de la Province. Toutes ces institutions bénéficient d'un appui technique des Divisions provinciales représentant chacune son ministère de tutelle. Cependant, il faut souligner que chaque Division se trouve représentée à partir du Territoire jusqu'au niveau du Secteur.

La Province est composée de sept Territoires et une Ville : Dilolo, Kasaji, Kapanga, Lubudi, Musumba, Mutshatsha, Sandoa et la ville de Kolwezi.

Les territoires sont gérés par trois Administrateurs territoriaux (Un titulaire et deux seconds, l'un chargé de l'administration et sécurité et l'autre l'économie, finance et développement rural) et la ville par le Maire.

La représentation du Gouvernement Provincial se retrouve également au niveau des Territoires et des Secteurs. Le Projet de Cuivre de Kamoia est situé dans le Territoire de Mutshatsha que dirige l'Administrateur du Territoire, Monsieur Félicien MISANU MPONYO et à cheval entre les Secteurs de Luilu et de Lufupa que dirigent respectivement les Chefs de Secteur, Monsieur Gustave MASENGO KAMAMBA et Monsieur Roger KASANZA KWAKA NA KWAKA.

En-dessous du niveau des Secteurs, les questions administratives sont gérées par les systèmes de gouvernance traditionnels; chaque Secteur se compose d'un certain nombre de Groupements dirigés par des Chefs de Groupement, responsables de la gestion des Chefs de Terre et ceux-ci gèrent à leur tour les villages (ou localités) que dirigent les Chefs de village au niveau de la base.

La population environnante de la mine est sous la juridiction de deux chefs traditionnelles, respectivement les chefs de groupement Mwilu et Musokatanda et au niveau de la base sous l'autorité des chefs de terre Mpala et Muvunda. Les chefs traditionnelles exercent l'autorité de l'Etat et disposent d'un système de gouvernements locaux, d'un conseil des notables, des tribunaux locaux et d'une police traditionnelle.

Le Projet de Cuivre de Kamoia est situé à cheval entre les Groupements Musokantanda et Mwilu, que dirigent respectivement les Chefs de Groupement Musokantanda, Monsieur Henri KAFWEKU MUSOKANTANDA et de Groupement Mwilu, Monsieur MWILU KASHIKI WA BULUNGO et à cheval respectivement entre les terres gérées par les Chefs de Terre Muvunda et Mpala.

Les Chefs de Terre, « gardiens de la terre » ou « chefs de la terre » sont considéré comme les intermédiaires entre les humains, la terre et les esprits ou les ancêtres auxquels ils appartiennent. Ce sont eux qui élisent le nouveau Chef de Groupement en cas de vacance ou de décès. Le chef de terres est considéré comme le propriétaire de toutes les terres et est chargé de distribuer les terres aux communautés et aux ménages et d'exécuter les cérémonies pour maintenir l'équilibre entre les hommes et les ancêtres (esprits).

Les chefs de village sont chargés de régler les différends et de maintenir la paix et l'harmonie dans le village, bien que certaines questions puissent être reportées au Chef de Groupement pour leur résolution. En-dessous des Chefs de village, il existe pour certaines zones du Projet des Chefs de quartier, chargé de la gestion d'une portion du village pour assister les Chefs de village.

Le schéma hiérarchique ci-dessous résume l'Administration de la Zone du Projet de Cuivre de Kamoia.

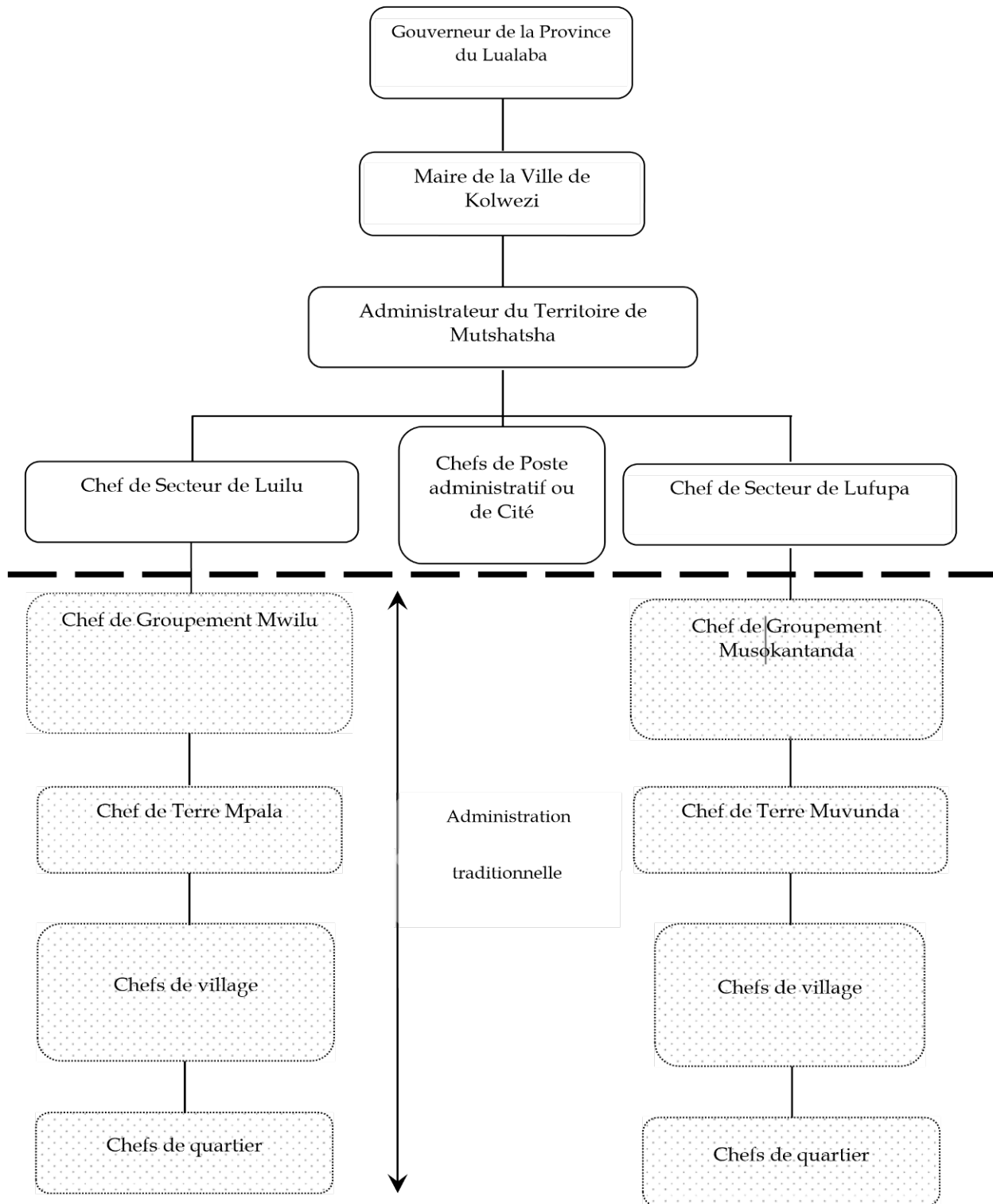


Figure 81: Organisation administrative de la Province de Lualaba

3.4.3. Population et communautés locales

3.4.3.1. Démographie et villages environnants

Les enquêtes ont été menées sur 40 communautés, réparties à une superficie d'au moins 40 km². Les ménages enquêtés étaient au nombre de 1.892 sur 2.120 prévus, soit 90 %. La taille de l'échantillon présente une marge d'erreur de 10%. Après analyse, nous avons pu relever un chiffre d'environ 10.348 personnes vivant dans ces communautés pour 1.892 ménages enquêtés. Nous signalons qu'il y a eu des cas d'absence, de refus, d'indisponibilité et c'est ce qui fait que ces chiffres ne représentent pas le nombre réel des ménages ni le chiffre exacte de la population vivant dans ces communautés mais uniquement le chiffre de ceux qui ont été enquêtés.

Le graphique suivant montre les statistiques des ménages enquêtés.

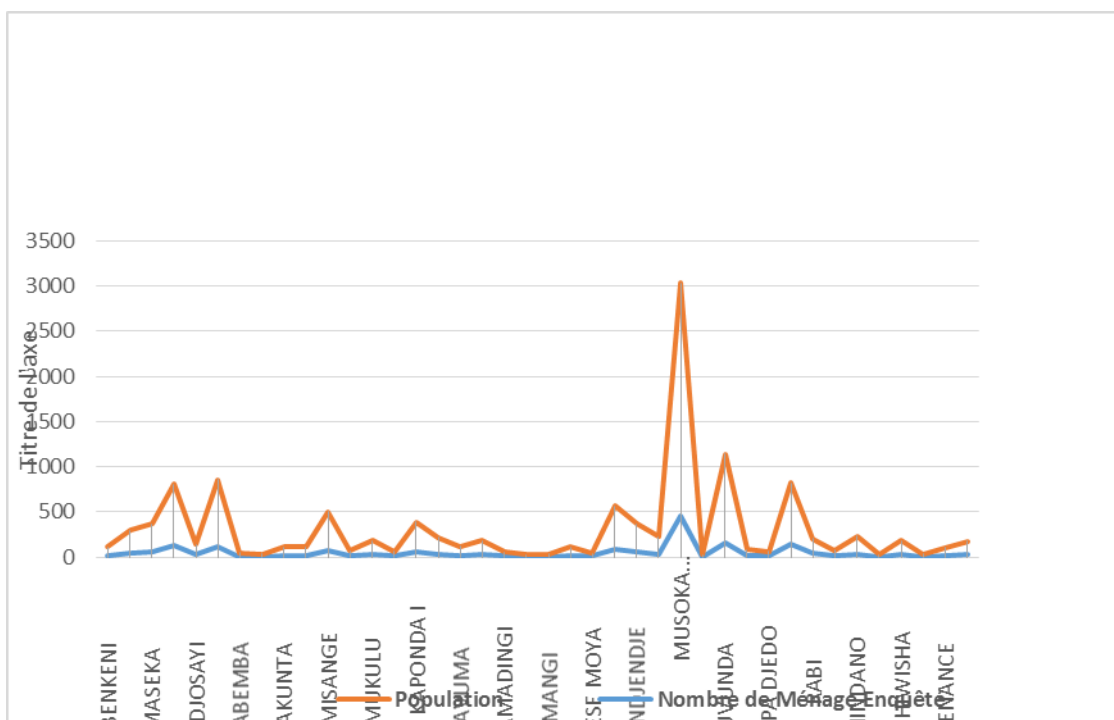


Figure 82: Les statistiques des ménages enquêtés

3.4.3.2. Age

La population de la zone est principalement jeune et la répartition de la population selon l'âge et le sexe présente les statistiques suivantes:

- L'étude révèle que le nombre de personnes dont l'âge varie entre 19 et 60 ans est estimé à 2.085 dont 20 % des hommes et 1948 soit 19 % des femmes.

- Les enfants de moins de cinq ans représentent 1.121 soit 11 % des garçons et 1168 soit 11 % des filles, alors que ceux de 6 à 12 ans forment 1.093 garçons soit 10 % et 1.159 soit 11 % des filles.
- La tranche d'âge de 13 à 18 ans représente respectivement un nombre de 704 pour les garçons soit 7 % et 674 des filles soit 6 %.
- Le groupe de la population de 60 ans et plus représente 189 des hommes soit 2 % et 307 des femmes soit 3 %. L'âge moyen de toutes les communautés réunies de la zone est de 41 ans.

Tableau 114: Groupes d'âges de la population de la zone

Groupe d'âge	0 à 5 Ans		6 à 12 Ans		13 à 18 Ans		19 à 60 Ans		+ de 60 ans	
	G	F	G	F	G	F	G	F	G	F
Pourcentage	11 %	11 %	10 %	11 %	7 %	6 %	20 %	19 %	2 %	3 %
Population calculée	1121	1168	1093	1159	704	674	2085	1948	189	307

Le graphique ci-dessous illustre la répartition de la population par tranche d'âge.

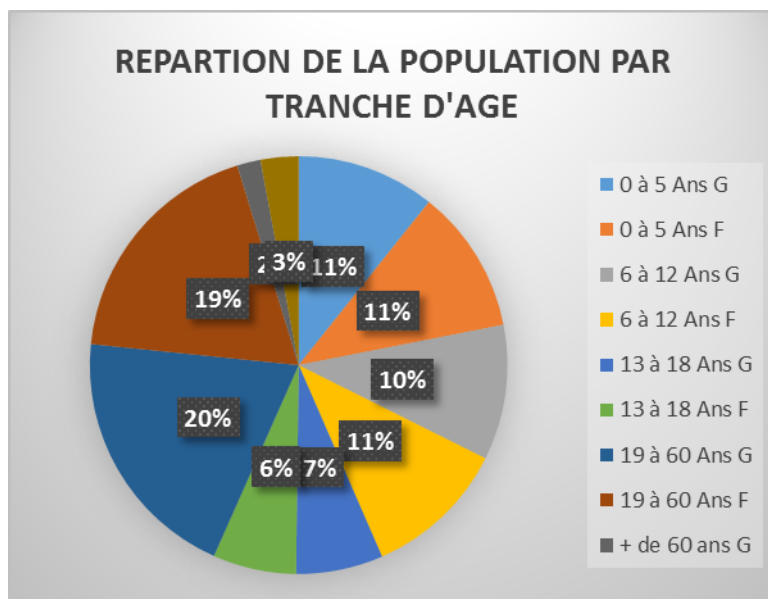


Figure 83: Répartition de la population par tranche d'âge (Alternatives Plus)

3.4.3.3. Genre et statut matrimonial des ménages

La répartition des ménages par rapport au genre du chef montre que dans la plupart des ménages, l'homme reste le chef. Sur le le 100% soient 1.892, la repartition est de 81% soit 1.539 pour les ménages dont les hommes sont des chefs et 19% soit 353 de ménages dont les femmes sont des cheffes. La moyenne pour tous les ménages est de

5 membres par ménage. Pour ce qui est du statut matrimonial, il est indiqué que sur le total de 1.892 ménages enquêtés, les chefs de ménages ont les statuts suivants:

- 1.367 chefs de menages sont des maries monogames ;
- 133 chefs de menages sont des maries polygames ;
- 170 chefs de menages sont des veufs ou veuves ;
- 53 chefs de menages sont des divorces ;
- 51 chefs de menages vivent en concubinages ;
- 114 chefs de menages sont des celibataires ;
- 4 chefs de menages pour lequel on ne connait pas le statut.

Le graphique ci-dessous représente la répartition des ménages selon le statut matrimonial du chef de ménage.

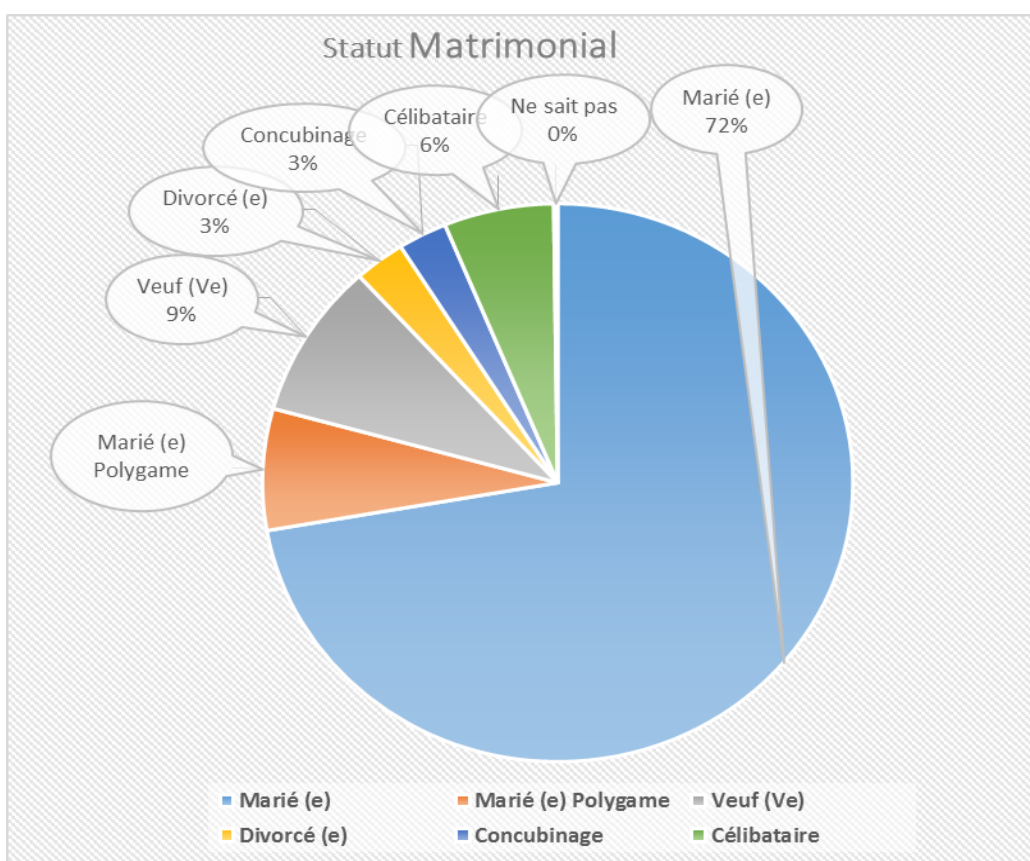


Figure 84: Statut matrimonial du chef de ménage

L'enquête montre que le statut des ménages dans leurs communautés respectives comprend 7 types de status entre autres :

- Les déplacés en famille d'accueil ;
- Les déplacés sites ;

- Les retournés ;
- Les résidents ;
- Les réfugiés ;
- Les rapatriés ;
- Les expulsés.

Pour l'ensemble des ménages enquêtés dans leurs communautés respectives, les statistiques suivantes ont été relevées :

- 91 % de ménages enquêtés sont des résidents dans leurs communautés respectives ;
- 3 % de ménages sont des déplacés de sites ;
- 2 % de ménages sont des retournés dans leurs communautés ;
- 2 % de ménages sont des déplacés en famille d'accueil ;
- 1 % de ménages sont des réfugiés ;
- 1 % de ménages sont des rapatriés ;
- 0 % de ménages sont des expulsés.

3.4.3.4. Identification du chef de ménage

Sur les 1.892 ménages interrogés dans la région, seulement 353, soit 19% étaient dirigés par des femmes. Tandis que 81% soit 1. 539 ménages dont les hommes sont des chefs.

3.4.3.5. Regime alimentaire

Le maïs et le manioc constituent les aliments de base dans la région. La fréquence moyenne de repas par jour est de 2 repas par ménage. Les enquêtes montrent que 40% des ménages consomment leur propre production de maïs et 32% de leur consommation proviennent de troc.

3.4.3.6. Revenu et dépenses des ménages

Les ménages affectent leurs revenus à la consommation des biens alimentaires et non alimentaires. Les statistiques indiquent que les dépenses effectuées pour le maïs dans ces communautés ne sont pas plus importantes. Cette denrée alimentaire est presque rare dans certaines communautés et n'est même pas consommée dans certains ménages. La période sous étude donne les statistiques suivantes :

- La production du maïs est environ de 34,59 % ;
- L'achat du maïs représente 36,76 % ;
- Le troc représente 0,11 % ;
- L'emprunt représente 0,05 % ;
- Le don représente 2,33 % ;
- L'aide représente 0,11 % ;
- L'autre moyen représente 26 %.

3.4.3.7. Groupes ethniques

La zone possède un mélange de groupes ethniques. Les principaux groupes ethniques de la région sont les Ndembo et les Sanga avec une minorité des groupes ethniques tels que les Tshokwe, les Lunda, les Kaonde et les Luba.

Malgré la diversité ethnique, il existe une langue majeure en utilisation. La langue la plus couramment parlée par les ménages, est le kiswahili. Elle est suivie par les Ndembo et Sanga, le français reste la langue officielle.

3.4.3.8. Historique des villages

Il y a très peu d'informations sur l'histoire de deux groupements. Les données indiquent que les habitants de Musokantanda (groupe ethnique Kaonde) sont originaires de Zambie. Quant à Mwilu, ils appartiennent au groupe ethnique Basanga.

L'origine exacte de chacun de ces deux groupes ethniques n'est pas connue avec précision. Les deux groupes ethniques sont matrilineaires et tous deux sont agriculteurs et forgerons.

Il existe trois principaux groupes tribaux dans la région :

- Sanga (indigène - tribu du chef Mwilu) ;
- Ndembo ; et
- Kaonde (migrants de Zambie qui ont reçu des terres de la tribu Sanga à la fin des années 1800 Chef Musokantanda).

A la demande du Maire de Kolwezi, le potentiel de conflit ethnique a été étudié. Le conflit potentiel concerne la dynamique historique entre le chef Mwilu et Musokantanda.

Les ancêtres du chef Mwilu ont accordé des terres à Musokantanda qui ont émigré de Zambie pour échapper à la persécution, et étaient donc «invités» du peuple Sanga. La preuve à l'appui provient de l'histoire orale et le fait que le chef Mwilu a une médaille délivrée par les Belges qui montre que sa position traditionnelle est reconnue. Musokantanda n'a pas cette preuve que le groupement Musokantanda a été établi comme une autorité traditionnelle lorsque les Belges sont arrivés au début des années 1900. L'inter mélange entre les tribus signifie que le conflit est peu probable, et il n'y a pas de précédent dans la région.

Cependant, c'est un aspect qui doit être surveillé discrètement, avec des réunions régulières et le même respect / opportunités offertes aux deux groupements.

3.4.4. Pratiques et croyances religieuses

Dans les Groupements Musokantanda et Mwilu, l'on remarque une prolifération des églises dites chrétiennes. C'est notamment l'église catholique, méthodiste, orthodoxe et

pentecôtiste. Une faible proportion de population les religions traditionnelles. Notons que le groupe de la religion protestante est le plus prédominant dans la zone du Projet.

3.4.5. Habitations

3.4.5.1. Logement

Les villages de la zone du projet dans les deux groupements (Mwilu et Musokatanda) ont un modèle linéaire de village et souvent disposer le long des routes principales. Tandis d'autres ont un schéma de village anarchique. Le nombre moyen des pièces d'habitation dans les maisons des ménages enquêtés est de 2 pièces par ménage pour 5 personnes à moyenne. Notons que la plupart des menages dorment dans des mauvaises conditions. Plusieurs d'entre eux sont logés dans des petites maisons alors qu'ils sont nombreux. Selon les statistiques des menages enquetes renseignent ce qui suit :

- 1.521 menages soit 81 % de menages enquêtés utilisent les latrines traditionnelles ;
- 289 menages soit 15 % de menages enquêtés utilisent les latrines améliorées ;
- 82 menages soit 4 % de la population n'ont des toilettes.

3.4.5.2. Matériaux de construction pour les logements

Les matériaux utilisés pour la construction des logements sont les briques à daube, ayant comme toiture le chaume mais aussi les tôles ondulées. Les maisons construites en briques cuites sont moins nombreuses dans la région, exception faite des maisons des populations relocalisées à Muvunda.

3.4.5.3. Jouissance du sol

Les études d'impact environnemental antérieures menées dans la zone du projet révèlent qu'il n'y a aucun titre foncier détenu dans les périmètres couverts par les permis d'exploitation 12873, 13025 et 13026. Néanmoins, les populations vivant dans les villages se trouvant dans la zone d'influence de ces permis s'adonnent à l'agriculture et la consommation des ressources naturelles de la zone. Chaque fois que l'entreprise se trouve dans le besoin d'utiliser une portion occupée par les champs des autochtones pour besoin de forage ou de route d'accès, des contacts et arrangements sont réalisés avec les occupants du sol en vue d'une indemnisation conformément à la législation minière en vigueur en RDC. Jusqu'en décembre 2016, 13.766,89 m² de champs ont été indemnisés pour un total de 2.252.690 francs congolais.

En cas de besoin d'utilisation de sol d'une manière permanente pouvant amener à une délocalisation, des études et enquêtes préalables sont menées avec les services étatiques compétents et pour la plupart en présence d'une organisation non gouvernementale indépendante spécialisée afin d'évaluer la superficie des champs et autres biens que les personnes affectées risquent de perdre. L'indemnisation est ainsi faite après négociation avec les personnes affectées avant l'occupation effective du sol.

A ce jour, six vagues d'indemnisations des cultures ont été réalisées selon le tableau ci-dessous.

Tableau 115: Indemnisation des cultures par vagues

Année	Localisation	Superficie	Montant en FC
2012	Kamoa central	1398.9	483100
2013	Kamoa central	1033.65	325600
2014	Kansoko	7195.49	583590
2015	Kansoko	567.45	112000
2016	Kansoko	459.9	158000
	Kakula	3111.5	1073500
TOTAL		13.766,89	2.252.690

3.4.6. Sources de revenus

Le centre le plus proche de la zone d'influence du Projet de Kamoa – Kakula est la ville de Kolwezi. Cette dernière est le siège des Institutions Provinciales et sert de centre principal de transport et de marché pour la région. Cette ville est également le centre de polarisation de toutes les activités économiques de la contrée.

Signalons que la Province de Lualaba est économiquement, une province à vocation minière ; et la ville de Kolwezi est née lorsque les activités d'exploration ont commencé dans la région. Les activités industrielles sont en majeure partie tournées vers l'extraction du cuivre, du cobalt et du zinc. Cependant, il existe aussi des activités industrielles limitées dans la Province, y compris les constructions, le génie civil, les transports avec la SNCC, l'électricité (SNEL), l'eau (REGIDESO) ainsi que les centrales hydroélectriques.

Selon les études antérieures, les principales sources de revenus dans la région ont été identifiées, c'est notamment l'agriculture, le travail salarié, les travailleurs indépendants et les travailleurs dans des fermes familiales.

Le secteur agricole est très peu développé et non mécanisé dans la province. Malgré cette situation, ce secteur fournit un emploi non négligeable et représente une source importante de revenu des populations surtout en milieu rural. Les cultures pratiquées sont non commerciales et l'agriculture de subsistance reste dominante.

Dans la ville de Kolwezi, les activités minières sont florissantes couplées de l'exploitation minière artisanale en diminution suite à l'achat des périmètres miniers par les grandes sociétés « côchées en bourses » explorant et opérant ou s'établissant actuellement à Kolwezi.

L'exploitation minière artisanale reste une activité de subsistance et continue à attirer beaucoup d'exploitants dans la région avec la hausse des prix du cuivre et cobalt sur le marché international, et une bonne administration locale incapable de faire appliquer la

législation minière et susceptible de corruption. À mesure que les concessions sont accordées aux grandes sociétés minières, les exploitants artisanaux illégaux sont de plus en plus sous pression et se soldent par des confrontations (souvent violentes) avec les forces de l'ordre public et employés des compagnies minières.

Selon Pact Congo, le secteur minier artisanal comptait en 2012 près de 30 000 exploitants miniers artisanaux qui opéraient illégalement dans la région de Kolwezi. Plusieurs milliers de femmes et 4 000 enfants seraient directement impliqués ou indirectement touchés par l'exploitation minière artisanale dans la ville et province du Lualaba. Ce secteur représente pour la population, à la fois une opportunité majeure et une contrainte à l'essor économique.

Le secteur de service est étroitement lié aux activités économiques en générale de la région mais reste largement influencé par les activités minières. La présence des entreprises minières et les fournisseurs des services, sur différents sites miniers constituent la plus importante source de revenu dans la zone.

3.4.6. Nature et étendue des activités de la population environnante

La majorité de la population de la zone affectée par les activités minières de Kamoa est tournée vers l'agriculture, l'exploitation des ressources forestières, l'artisanat, le commerce et l'élevage domestique.

3.4.6.1. Economie de la zone affectée

Dans la zone plusieurs activités économiques se déroulent mais l'enquête révèle que les principales sources de revenus sont l'agriculture vivrière (74%) et de rente (22%), ressources forestières (31%), le transport (4%) ainsi que l'élevage (4% bétail moyen).

Selon les répondants, les contraintes liées à l'obtention du revenu sont notamment le manque du travail (23,5%), l'absence de la main d'œuvre agricole (13,89%), le faible prix des produits agricoles (3,3%) et de production agricole (11%), l'absence d'un marché potentiel (12,1%) ainsi que le problème de santé (29,7%).

Le travail journalier non agricole représente 3% de la population tandis que le travail agricole 4%. Un chiffre très faible de 1% bénéficie d'un emploi salarié. Les autres sources utilisées, dans des proportions insignifiantes, sont l'Élevage de volailles, produits avicoles (volaille et œuf), le maraichage, la pisciculture, le commerce informel et le commerce de produits alimentaires.

3.4.6.2. L'exploitation minière artisanale

3.4.6.2.1. Exploitation minière

Dans la province de Lualaba, le secteur minier possède deux structures parallèles, à savoir le formel et l'informel. Ce dernier est communément appelé l'exploitation minière

artisanale. Bien que la structure formelle implique principalement des entreprises multinationales utilisant des technologies modernes dans le secteur minier, le secteur informel implique la plupart du temps, des individus ou des coopératives qui exploitent des minerais comme le cuivre et le cobalt, entre autres.

3.4.6.2.2. L'exploitation minière Artisanale

La réglementation minière en RDC reconnaît l'existence du sous-secteur de l'exploitation minière artisanale et prennent des dispositions pour sa réglementation dans le cadre de l'extraction et la commercialisation des minerais.

Ce faisant, les divisions provinciales des mines ont la responsabilité de fournir une formation et des permis aux exploitants artisanaux afin de s'assurer que les normes de sécurité et de santé sont respectées. Un certain nombre de Services spécialisés sont impliqués, à différents niveaux, dans l'administration de l'exploitation minière artisanale et ceux-ci comprennent notamment le Service d'Assistance et d'Encadrement de l'Exploitation Minière Artisanale et à Petite Echelle (SAEMAPE) etc.

Les exploitants miniers artisanaux sont regroupés dans des associations qui sont censées protéger leurs intérêts. Les substances minérales sont vendues à des comptoirs congolais ou étrangers, parfois directement, mais le plus souvent par des intermédiaires appelés négociants. Il y a une forte présence des Asiatiques de l'Est, en particulier les Chinois, dans la gestion des maisons de négoce de minerais.

Dans ce sous-secteur, il y a peu ou pas du tout de protection contre les risques pour la sécurité et la santé associés à l'exploitation minière. Par exemple les exploitants artisanaux travaillent à mains nues et n'ont pas de vêtements ou d'équipement de protection en creusant et en manipulant le cuivre et le cobalt ; ce qui les met en grave danger en termes de blessures, de problèmes de santé à long terme et de décès.

3.4.6.3. Agriculture

L'agriculture est la principale activité économique. Les principales cultures agricoles pratiquées sont le maïs, le manioc et la patate douce. Dans la zone du projet, l'agriculture de subsistance est plus pratiquée. Les enquêtes menées renseignent que 92,4% des ménages ont pratiqué l'agriculture contre 7,64 % seulement qui n'ont pratiqué l'agriculture au cours de la dernière campagne agricole. Le déficit de semences améliorées et le manque des outils constituent un frein à la production agricole dans la zone.

Les autres cultures agricoles produites sont le riz, l'arachide et le haricot. Le maïs et le manioc sont aussi les aliments de base dans la zone, avec une consommation en maïs (de 7,84%) et en manioc (de 83,21 %) consommés par les ménages interrogés.

L'étude a établi que 83,21 % (manioc) des ménages sont en mesure de vivre de leur dernière récolte jusqu'à la prochaine ; 7,84% étant en mesure d'acheter. Les villages Bekeni, Kabemba, Kaboke et Tshomeka ont le pourcentage le plus élevé (100%) des ménages qui ont des aliments qui durent plus de 12 mois, suivi des villages Tshiwisha et

Mawawa. De tous les ménages interrogés, il est apparu que chaque ménage dans ces villages est engagé dans l'agriculture. La situation, cependant, montre que de façon générale, l'insécurité alimentaire est élevée dans la région.

Il a été constaté aussi que les dépenses effectuées pour le maïs dans ces communautés ne sont pas plus importantes. Cette denrée alimentaire est presque rare dans certaines communautés et n'est même pas consommée dans certains ménages. Les statistiques montrent que :

- La production du maïs est environ de 34,59 % ;
- L'achat du maïs représente 36,76 % ;
- Le troc représente 0,11 % ;
- L'emprunt représente 0,05 % ;
- Le don représente 2,33 % ;
- L'aide représente 0,11 % ;
- L'autre moyen représente 26 %.

Le manioc est la denrée la plus consommée et cultivée dans ces communautés. Le manioc consommé provient des sources suivantes :

- Propre production : 83,21 % ;
- Achat : 7,84 % ;
- Troc : 0,05% ;
- Don : 2,91 % ;
- Aide alimentaire 0,16 % ;
- Autre source : 6 %.

Le manioc qui est cultivé dans ces communautés est principalement destiné à la consommation plutôt qu'à la vente. La figure ci-dessous illustre la comparaison de la consommation de deux produits dans les communautés.

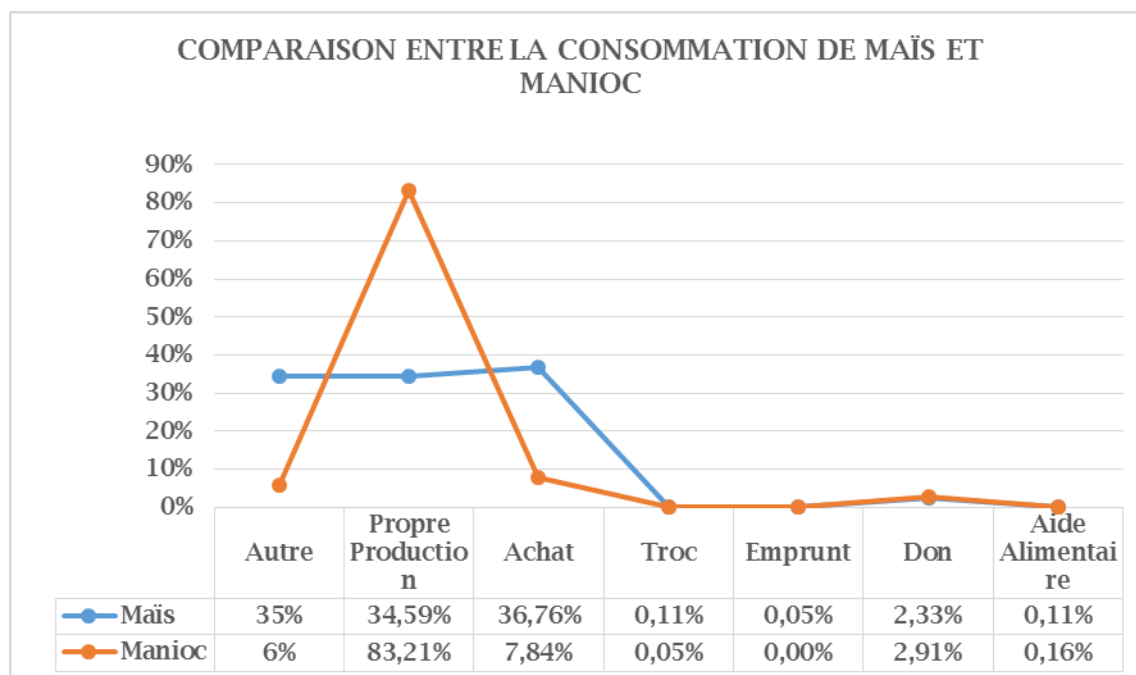


Figure 85: La comparaison entre la consommation de maïs et de manioc

3.4.6.4. Emploi

Les possibilités d'emploi formelles sont très faibles dans la zone d'étude. Une faible proportion des ménages a eu un emploi formel au cours des 12 derniers mois. Selon les ménages enquêtés, quelques personnes seulement ont été employés par KAMCO, et d'autres par ses sous-traitants.

Dans la région, l'on peut dénombrer des petites entreprises des métiers qui sont dirigées à domicile. C'est notamment le cas des tailleurs, des guérisseurs traditionnels etc. Les enquêtes ont indiqué aussi que de nombreux commerçants vendent des boissons non alcoolisées, des bières et de l'épicerie. Et dans le village Walemba, l'exploitation minière artisanale est présentée comme une source de revenu secondaire; les hommes se rendent à Kolwezi pour entreprendre de telles activités.

3.4.7. Approvisionnement en eau et Energie

3.4.7.1. Approvisionnement en eau

L'approvisionnement en eau est une préoccupation majeure dans les communautés. L'étude a relevé deux sources d'eau utilisées par les ménages dans les communautés. Certains ménages utilisent l'eau de forage (citerne), ce qui représente 617 ménages soit 33 % des ménages. Et d'autres ménages utilisent l'eau impropre des rivières, et de puits. Ce dernier représente 1.275 ménages soit 67 % de la population.

Il ressort de ces enquêtes que plus de la moitié des ménages enquêtés utilisent cette les eaux (impropre) de rivières ce qui peut être la cause de plusieurs maladies dans ces communautés.

3.4.7.2. Sources d'énergie

Dans la zone du projet, les ménages recourent aux différentes sources d'énergie pour la cuisson des aliments et l'éclairage des maisons. Les statistiques renseignent que les sources d'énergie pour la cuisson se présentent comme suit :

- 93,8 % de ménages enquêtés utilisent le charbon de bois comme source d'énergie pour la cuisson des aliments;
- 6 % de ménages enquêtés utilisent le bois comme source d'énergie pour la cuisson des aliments;
- Quelques ménages seulement utilisent l'électricité comme source d'énergie pour la cuisson ce qui représente presque 0 % du total des ménages enquêtés;
- D'autres ménages utilisent le gaz, la paille ainsi que d'autres combustibles. Ces chiffres mis ensemble n'arrivent même pas à un 1% du total des ménages enquêtés.

Pour ce qui est des sources d'énergie qui sont utilisées pour l'éclairage dans les maisons, les statistiques ont montré que :

- Quelques ménages seulement utilisent les panneaux solaires comme sources d'énergie pour l'éclairage. Ce qui représente moins de 1 % sur le total des ménages enquêtés;
- Un seul ménage qui utilise le groupe électrogène pour produire l'électricité pour l'éclairage dans la maison;
- Quelques ménages utilisent les lampes à gaz pour l'éclairage;
- D'autres utilisent les lampes torches. C'est le moyen le plus répandu utilisé pour l'éclairage dans les maisons.

Le recours au bois de chauffage représente aussi un autre moyen utilisé par les ménages pour la cuisson des aliments et l'éclairage des maisons. Cependant, 56 % des ménages s'approvisionnent en bois de chauffage par la collecte et le ramassage. Tandis que 12 % des ménages achètent, 3 % reçoivent des dons et 29% utilisent d'autres combustibles.

3.4.8. Education et santé

3.4.8.1. Education

Dans le secteur de l'éducation en RDC, le gouvernement et les églises sont les principaux acteurs. Le système éducatif au niveau provincial éprouve généralement des problèmes similaires à ceux connus au niveau national dans l'ensemble. Les principaux acteurs dans le secteur de l'éducation sont le gouvernement et les églises. Les écoles gérées au niveau provincial, sont en majorité dans un état de délabrement et cela affecte

la qualité et la réputation de ces écoles. Les écoles conventionnées catholiques et protestants ont une infrastructure adéquate et sont bien entretenues.

Les autres défis majeurs, restent l'accès insuffisant à l'éducation des enfants, l'absentéisme récurrent, la scolarisation très faible des jeunes filles ainsi que la faible rémunération des enseignants.

3.4.8.1.1. Niveau de scolarité

La zone du projet dispose d'un nombre insignifiant d'établissements d'enseignement. Les écoles de cycle primaire sont localisées dans les villages Musokantanda, Mupenda, Muvunda, Israël et Walemba. Tandis que les infrastructures secondaires sont situées à Musokantanda et Walemba. La distance qui sépare les villages et les infrastructures constitue un frein pour les enfants de fréquenter l'école. La distance et la qualité des infrastructures disponibles signifient également que beaucoup d'enfants qui fréquentent l'école à Kolwezi, passent des jours ou des séjours en ville avec des amis ou des parents et retournent dans les villages le week-end ou pendant les vacances.

L'étude a révélé pour les enfants scolarisés, 614 enfants garçons de 6 à 12 vont actuellement à l'école et 611 enfants filles.

Tableau 116: des statistiques des enfants de 6 à 12 ans

TOTAL ENFANTS		VONT A L'ECOLE		N'ONT JAMAIS ETE A L'ECOLE		ONT ARRETES	
Garçons	filles	Garçons	Filles	Garçons	filles	Garçons	filles
1.093	1.159	614	611	245	277	234	271

Le tableau ci-haut nous indique les statistiques sur les enfants des ménages enquêtés dont l'âge varie entre 6 et 12 ans. Il ressort de ce tableau que sur un total de 1.093 garçons :

- 614 garçons vont à l'école;
- 245 garçons n'ont jamais été à l'école;
- 234 garçons qui ont arrêtés de fréquenter l'école.

Et sur un total de 1159 filles:

- 611 filles vont à l'école;
- 277 filles n'ont jamais été à l'école;
- 271 filles ont arrêté de fréquenter l'école.

Les villages Musokatanda (68 garçons et 86 filles) et Muvunda (28 garçons et 34 filles) ont le plus grand nombre d'enfants qui n'ont été scolarisés dans la région.

3.4.8.1.2. L'alphabétisation

Sur 1.892 chefs de famille, 527 soit 28 % n'ont pas étudié contre 1.365, soit 72% qui ont étudié. Parmi les chefs des ménages qui sont passés sur le banc de l'école, 811 soit 43 % ont un niveau primaire, 517 soit 27 % ont un niveau secondaire et 37 soit 2 % seulement ont atteint un niveau supérieur. Ces disparités reflètent également les avantages que les chefs des ménages ont par rapport aux possibilités d'emploi à la mine.

La figure ci-dessous montre le niveau de scolarité atteint par les chefs des ménages.

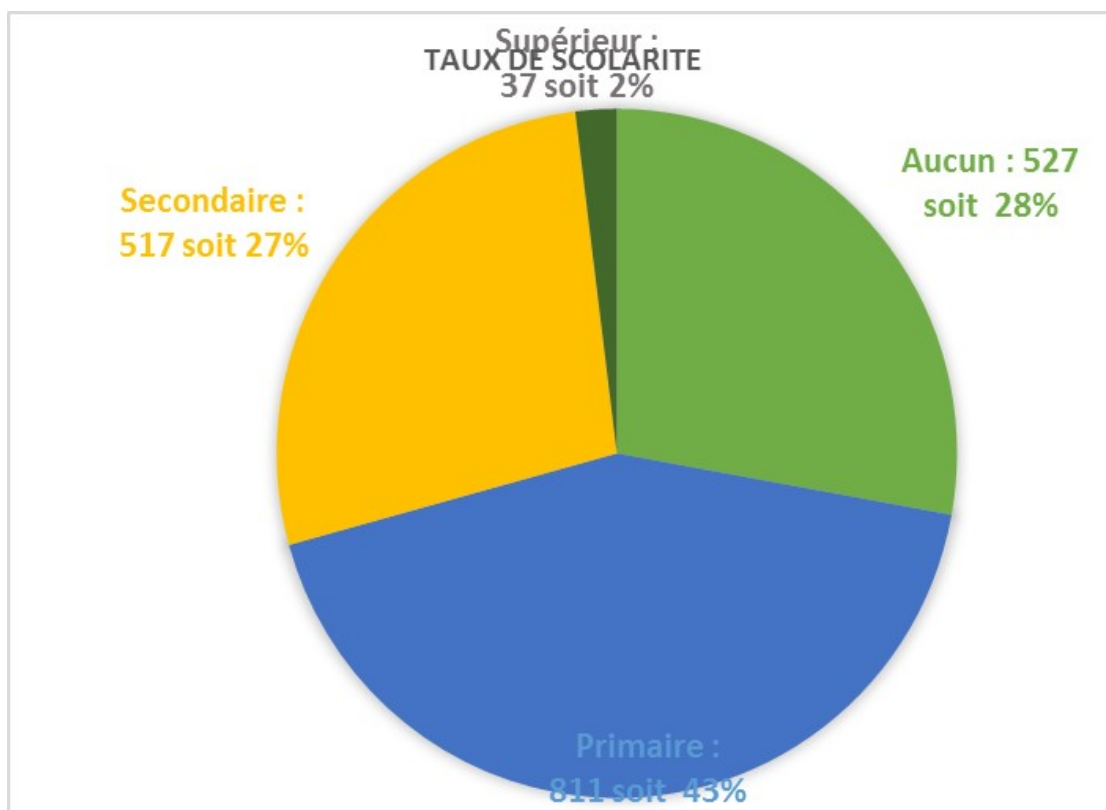


Figure 86: Taux de scolarité atteint par les chefs des ménages

3.4.8.1.3. Les raisons pour lesquelles les élèves s'absentent de l'école

De manière générale, Il a été constaté que la plupart de la population sur laquelle les enquêtes ont été menées, le niveau d'instruction est trop bas. Plusieurs causes sont à la base de cette situation entre autres, le manque d'infrastructure scolaire, le manque de moyen financier, l'infrastructure éloignée, manque d'intérêt de parents ou même des enfants qui refusent d'y aller, d'autres à cause des maladies etc. Les écoles sont également confrontées à des problèmes d'absentéisme, surtout chez les filles, ce qui affecte sérieusement leur rendement en classe.

3.4.8.2. Santé

La province du Lualaba dispose de trois catégories de services de soins de santé, à savoir les services publics, privés et communautaires. Certains centres médicaux, hôpitaux et cliniques sont présents en province. Les infrastructures de santé qui dispensent des soins de qualité sont plus concentrées dans la ville de Kolwezi.

Plusieurs ONG sont actives dans le secteur de santé et fournissent des services aux personnes dans les zones très reculées. L'on rapporte par ailleurs que seulement une faible proportion de la population rurale du Lualaba a accès aux soins de santé. Les maladies suivantes, sont courantes dans la province:

- Le paludisme ;
- Les maladies respiratoires ;
- La malnutrition ;
- La tuberculose ;
- La typhoïde ;
- Le diabète ;
- Le VIH / Sida.

3.4.8.2.1. Infrastructure de santé disponible de la zone du projet

Les infrastructures de santé sont insuffisantes pour couvrir la demande des populations de la zone. Tous les établissements de santé dans la zone sanitaire de Kanzenze, une zone couvrant 11 302 km² et dessert environ 94 439 personnes selon les résultats de l'enquête de santé de 2010 à 2011. Dans la contrée, l'on peut dénombrer officiellement 15 centres de santé opérant dans la zone, y compris un hôpital général de Kanzenze et un hôpital à Walemba.

Notons que toutes ces institutions sanitaires ont des difficultés d'approvisionnement en produits pharmaceutiques et manque de personnel qualifié. Le personnel soignant plus particulièrement les infirmières sont disponibles dans chaque centre de santé mais ne disposent des documents officiels. Toute la zone de santé de Kanzenze compte quatre médecins. Parmi ceux-ci, deux sont basés à Walemba avec six infirmières. Soulignons que la société KAMCO a soutenu le développement de l'hôpital de Walemba qui dispose désormais d'un bloc opératoire, d'une radiothérapie et d'une maternité. D'autres services de santé dans la zone du projet peuvent être retrouvés dans les villages Chamadingi, Muvunda et Musokantanda. Les résidents des différentes communautés sont obligés de parcourir une distance considérable pour accéder aux services de soins de santé de base et se disent préoccupés par le manque d'infrastructures disponibles.

3.4.8.2.2. Principales maladies de la zone du projet

La maladie la plus courante dans la zone du projet est le paludisme. Les enquêtes ont montré que dans la plupart des ménages enquêtés, presque tous ont connu un cas de maladies. Les statistiques ont pu relever un total des 111 cas de maladies non traitées

dans les ménages ; et ceci pour différentes raisons telles que le manque de moyen, mauvaise qualité de la structure médicale ou le manque de compétence du personnel soignant et d'autres encore par manque de moyen de transport pour aller vers les structures de santé.

L'étude indique également les cas des maladies qui n'ont pas été traitées ainsi que les causes de non traitement notamment :

- le manque de moyens financiers pour se faire soigner. Ceci est un cas très répandu dans la plupart des ménages enquêtés ;
- la mauvaise qualité d'accueil dans la structure ou une compétence limitée du personnel médical ;
- Le manque de moyen de transport pour les amener dans les structures de santé qui sont éloignées ;
- Et autres.

Pour ce des ménages disposant d'infrastructures médicales dans le village, ces infrastructures sont les premiers moyens de recours de traitement pour la plupart des maladies. Cependant, pour ceux qui sont plus éloignés des infrastructures sanitaires, le premier moyen de traitement est le recours aux médicaments traditionnels. Ce n'est que si les remèdes traditionnels ne fonctionnent pas que les ménages se déplacent à pied ou en vélo vers les infrastructures médicales.

Les participants aux groupes de discussion ont également indiqué le fait d'acheter les produits pharmaceutiques à Kolwezi et l'automédication dans les villages, parmi les pratiques des populations locales.

3.4.9. Infrastructures routières et autres chemins de passage

3.4.9.1. Routes et accès

Le centre urbain le plus proche de la zone du projet est la ville de Kolwezi. Cette dernière est reliée par route à deux villes : Likasi et Lubumbashi. Le temps de voyage pour atteindre les deux centres urbains est de plus au moins quatre à cinq heures. L'accès à la ville de Kolwezi est aussi possible par le chemin de fer ; et cette voie permet d'accéder au pays voisin qu'est l'Angola.

Le réseau routier dans toute la zone du projet a été réhabilité par la société KAMCO et cela a rendu possible l'accessibilité à la ville de Kolwezi en passant par les différents villages (Kasekelesa et de Musokantanda). Au total 35 Km ont été réhabilités du camp kamoia au pont Lufupa au delà du village Musokantanda et chaque année 32 Km du camp Kamoia à la cité de Luilu. En plus Kamoia est entrain d'appuyer le Gouvernement Provincial avec la construction de 19Km de portion de route sur la Bypas Sud créée par le Gouvernement Provincial du Lualaba. Un protocole d'accord a été signé en conséquence.

Le trafic dans la région se fait généralement le long de cette route. Et cette dernière a fourni un potentiel d'une plus grande accessibilité des véhicules, autobus, des motos, des vélos et piétons à des différents villages. La route est également utilisée comme route de desserte agricole. Les déplacements dans la zone du projet se font généralement le long de cette route et comprennent les autobus et les véhicules 4x4, le trafic agricole (véhicules privés), les bicyclettes (utilisées par les producteurs de charbon de bois) et les piétons.

Dans la contrée, la présence de véhicules est rare et la majorité de la population utilise le sentier qui relie les différentes routes pour se rendre aux champs, puiser de l'eau à la rivière et à leur lieu de fabrication du charbon de bois.

La moitié des routes d'accès des communautés locales qui les relient à des écoles est à une heure de marche. Les champs ainsi que les églises sont proches des villages ; et pour s'y rendre, généralement les populations prennent moins d'une heure. Notons aussi que les services médicaux à Walemba, Chamadingi et Musokantanda sont les plus fréquemment visités à pied.

3.4.9.2. Communications et transport

La présence du Projet Kamoia - Kakula a contribué largement à l'amélioration des moyens de communication et le transport dans la région. Cependant, le signal de téléphonie mobile aussi est disponible dans la zone du projet. Les transports publics sont disponibles, sous la forme de taxis minibus et des motos.

La principale forme de communication quelques années avant l'implantation du projet avec les amis et la famille dans les endroits comme Kolwezi, en cas d'urgence, était la remise en mains propres des messages, ou encore par vélo. Un voyage qui durait plus de cinq heures en aller - retour. Pour les événements nationaux, les gens se contentaient des spéculations.

3.4.10. Empiètement sur les zones de restriction (milieux sensibles, archéologie ou autres)

Pour se conformer à l'article 279 du Code Minier et à l'article 2 du règlement minier, aucune activité minière du projet de l'entreprise KAMCO n'est prévue dans ces zones. En dehors des villages, les zones restreintes potentiellement associées au projet sont décrites ci-dessous.

Les villages suivants sont situés dans les périmètres des Permis d'Exploitation du Projet Kamoia - Kakula et bénéficient des droits de jouissance à leur terre conformément à la loi en vigueur en RDC. Il s'agit de Benkeni, Chamadingi (Tshamadingi), Chindechinde, Cite Maseka, Cite Musoka (Dipuma), Ferme Kaponda, Israël, Kabulo, Kakunta, Kamisange, Kamoia mission, Kangaso, Kaponda 1, Kaponda 2, Kavuma, Londrino, Mawawa, Mukanga, Mulemena, Mundjendje, Mupenda 1 et 2, Musulu, Muvunda, Ndjoni, Ndjosayi

(Djosayi), Paulo, Placide / Katayi (Mukanga), Postolo/Sapalo, Muzeya, Samukoko, Sapatelo, Tshimbundji, Tshiwisha, Venance, et Wiri.

3.4.10.1. Études du patrimoine archéologique et culturel

Une étude de base du patrimoine et de l'archéologie a été menée dans la zone du projet en 2010, 2012 et 2013 dans le cadre de l'étude d'impact environnemental (EIE) et de la mise à jour subséquente et plus récemment du 24 octobre au 2 novembre 2016 couvrant spécifiquement la zone de la mine Kakula et la route d'accès proposée.

Les résultats de l'étude ont montré que le potentiel archéologique est pauvre ou de faible importance dans toute la zone étudiée.

Nous avons procédé aux interviews et après celle-ci, la prospection archéologique s'en est suivie. La première interview a eu lieu le 10 juin 2019 dans deux Communautés à savoir : la Communauté MWILU en présence du Chef du Groupement, grand Chef et garant des coutumes MWILU KASHIKI WABULUNGO Marcel et le Chef de Terre MPALA KASONGO KIPABI Dieudonné de la Communauté MPALA ; la deuxième interview s'est déroulée le 11 juin 2019 dans la Communauté MULEMENA chez le Chef de Terre MULOMBA REDJA KATOKA ; et enfin la troisième interview s'est passée le 13 juin 2019 dans la Communauté MUVUNDA en présence du Cheffe de Terre SOMPO KAKOSHI MUVUNDA.

Après avoir prospecté les zones concernées par l'étude et ses environs, nous avons identifiés : 6 arbres sacrés, 30 cimetières dont 2 cimetières de familles, 7 tombes dont 4 pour les jumeaux, 1 tombe pour le Chef MULOMBA KAZADI KAPONDA, 1 tombe pour une femme, 1 tombe dans laquelle deux personnes ont été enterrés, 1 rivière sacrée Kamoia, un lieu sacré et 1 ancien four de fonte.

La langue dominante que parlent les communautés locales est le Sanga, et d'autres langues viennent en deuxième position telle que le Kahonde, le Ndembo, le Tshokwe, le luba etc. Les boissons traditionnelles que les communautés consomment, communément appelées: le Munkoyo, le Lutuku et le Kasolo (boisson faite à base du miel).

3.4.10.2. Sites culturels tangibles localisés

Tableau 117: Sites culturels tangibles localisés à Mulemena

Nom du site	Type	Longitude	Latitude	Description
01.MLMN	Arbre sacré	0289910	8791908	Contexte: arbre (Muyombo) est situé à 5 m derrière la maison du chef.
02.MLMN	Tombe	0290110	8791737	Contexte: la tombe du Chef MULOMBA KAZADI KAPONDA située à 10 m de la route. Composition: de part et d'autre la tombe est entourée des petites briques de couleur rougeâtre.

03.MLMN	Cimetière	0289948	8791675	Contexte: cimetière LWAMABWE pour enfants. Composition: tombes sans croix.
04.MLMN	Cimetière	0291307	8791086	Cimetière KITOFU pour la famille des Chefs.
05.MLMN	Cimetière	0292103	8789594	Contexte : ancien cimetière public KAKINDA situé à 200 m de la source de la rivière portant le même nom.
06.MLMN	Cimetière	0291751	8789630	Ancien cimetière KAZADI pour adultes
07.MLMN	Cimetière	0290308	8792131	Contexte: cimetière des mort-nés. Composition: absence des croix sur des tombes.
08.MLMN	Tombe	0290318	8792172	Contexte: tombe des jumeaux situés à côté du carrefour de deux sentiers. Composition: aucun indice montrant la présence d'une tombe.
09.MLMN	Cimetière	0290343	8792679	Contexte: ancien cimetière MIPOPA pour enfants situé à 100 m de la route. Composition: les tombes d'enfants sont entourées par des termitières sauvages.
10.MLMN	Cimetière	0290347	8792706	Contexte: ancien cimetière MIPOPA pour adultes situé à 10 m de la route.
11.MLMN	Tombe	0288635	8792007	Contexte: une tombe dans laquelle deux personnes ont été enterrées ensemble. Composition: celle-ci était située au bord de la route qui traverse la communauté.

Tableau 118: Sites culturels tangibles localisés à Kayeye

Nom du site	Type	Longitude	Latitude	Description
01. KYY	Lieu sacré	0313554	8797249	Contexte: lieu sacré pour différentes cérémonies.
02. KYY	Cimetière	0314145	8796525	Contexte: cimetière public Kayeye. Composition : tombes normales
03. KYY	Tombe	0313457	8797154	Contexte: tombe d'une femme. Composition: la tombe en dessous du manguier.
04. KYY	Tombe	0313464	8797211	Contexte: tombe d'un jumeau.

Tableau 119: Sites culturels tangibles localisés à Kavuma

Nom du site	Type	Longitude	Latitude	Description
01	Cimetière	0292882	8795802	Contexte: cimetière kavuma pour enfants.
02.	Cimetière	0291861	8795344	Contexte: cimetière public kavuma.

03.	Arbre sacré	0291861	8795342	Contexte : arbre sacré (Muyombo)
04.	Arbre sacré	0291861	8795341	Contexte : arbre sacré (Muyombo)

Tableau 120: Site culturel tangible localisé à Kamisange

Nom du site	Type	Longitude	Latitude	Description
01	Cimetière	0295002	8796278	Contexte: cimetière Kamisangi.

Tableau 121: Sites culturels tangibles localisés à Muvunda

Nom du site	Type	Longitude	Latitude	Description
01. MVD	Arbre sacré	0302165	8799080	Contexte: arbre (Muyombo) Composition: très touffue et se situe derrière la maison du Chef.
02. MVD	Cimetière	0302093	8793330	Contexte: ancien cimetière MASENGO pour adultes. Composition: bien de tombes les croix en bois sont brûlées par les feux de brousse.
03. MVD	Cimetière	0304405	8798947	Contexte: ancien cimetière public à 100 m de la route. Composition : beaucoup de croix en bois sont rongées par les termites.
04. MVD	Tombes	0304315	8794095	Contexte: trois tombes des jumeaux mort-nés. Composition: les tombes se trouvent sous les arbres BUBURI et couvertes des morceaux des bois: le village KABEMBA.
05. MVD	Cimetière	0302040	8796162	Contexte: ancien cimetière MASENGO des mort-nés. Composition: les tombes sont en pierre en forme de mastaba.
06. MVD	Cimetière	0297742	8796631	Contexte: cimetière des mort-nés. Composition: les tombes sont couvertes des morceaux des bois.
07. MVD	Cimetière	0298569	8797039	Contexte: cimetière SAMUKOKO pour adultes.
08. MVD	Cimetière	0304405	8798947	Contexte : cimetière MUVUNDA

Tableau 122: Site culturel tangibles localisé à Israël

Nom du site	Type	Longitude	Latitude	Description
01. ISRL	Cimetière	0308210	8803319	Contexte: cimetière public qui se situe à 5 m de la route. Composition: certaines tombes manquent des croix.

Tableau 123: Sites culturels tangibles localisés à Kaponda

Nom du site	Type	Longitude	Latitude	Description
01. KPND	Cimetière	0307000	8802189	Contexte: ancien cimetière des mort-nés. Composition: les tombes couvertes des termitières sauvages. Celui-ci se trouve à 510 m de l'école Secondaire KAPONDA.
02. KPND	Arbre sacré	0307005	8801867	Contexte : arbre (MUYOMBO) situé à 200 m des maisons d'habitations
03. KPND	Cimetière	0306357	8801272	Contexte: cimetière public KAPONDA situé à 100 m de la route.
04. KPND	Cimetière	0306891	8801674	Contexte: ancien cimetière pour enfants. Composition: les tombes sont sous des arbres MUBURI.
05. KPND	Cimetière	0305578	8801273	Contexte: ancien cimetière FERME KAPONDA. Composition: une tombe est construite et les autres sont en pierre en forme de mastaba sans croix. Ce cimetière était pour les ressortissants de Sandoa venus pour construire les maisons de la ferme.

Tableau 124: Site culturel tangible localisé à Kamasaka

Nom du site	Type	Longitude	Latitude	Description
01. KMSK	Cimetière	0307041	8812141	Contexte: cimetière des mort-nés. Composition: les tombes sont couvertes des termitières sauvages.

Tableau 125: Site culturel tangible localisé à Maseka

Nom du site	Type	Longitude	Latitude	Description
01. MSK	Cimetière	0297742	8796631	Contexte: cimetière Maseka des mort-nés. Composition: les tombes sont couvertes des termitières sauvages.

Tableau 126: Sites culturel tangible localisé à Samukoko

Nom du site	Type	Longitude	Latitude	Description
01. SMKK	Cimetière	0297742	8796631	Contexte: cimetière public Samukoko.

Tableau 127: Sites culturels tangibles localisés à Ferme Mbuyi

Nom du site	Type	Longitude	Latitude	Description
01.F.MBY	Cimetière	0307030	8794367	Contexte : cimetière familial Lubule
02.F.MBY	Tombe	0307136	8794406	Contexte : tombe des jumeaux
03.F.MBY	Tombe	0307311	8794548	Contexte : tombe des jumeaux
04.F.MBY	Tombe	0307308	8794546	Contexte : tombe des jumeaux

Tableau 128: Sites culturels tangibles localisés à Benkene

Nom du site	Type	Longitude	Latitude	Description
01. BKN	Arbre sacré	0306846	8814797	Contexte: arbre (MUYOMBO) est à 5 m de la rivière KAMUDJIBU.
02. BKN	Source sacrée	0307377	8812721	Contexte: source de la rivière KAMOA. Composition: certaines tombes des Chefs sont au bord de cette source mais sans précision exacte de l'endroit.

Tableau 129: Sites archéologiques et héritages culturels tangibles localisés à Djosayi

Nom du site	Type	Longitude	Latitude	Description
01. JSY	Cimetière	0309365	8810905	Contexte: cimetière DJOSAYI pour enfants. Composition: les tombes sont en forme de mastaba sans croix.
02. JSY	Cimetière	0311234	8809101	Contexte: cimetière public DJOSAYI. Reference communautaire: derrière le camp KAMOA.
03. JSY	Four de fonte	0310063	8812354	Contexte: ancien four de fonte. Composition: le four a été détruit. La végétation du lieu est de couleur jaunâtre, les morceaux du reste de tuyère et certaines scories sont visibles. Période: âge du fer récent.

Tableau 130: Sites culturels tangibles inactifs localisés à Kaponda, Muvunda et à Mulemena

Nom du site	Type	Longitude	Latitude	Description
01. KPND	Cimetière	0306891	8801674	Contexte : inactif
02. KPND	Cimetière	0307000	8802189	Contexte : inactif
03. KPND	Cimetière	0305578	8801273	Contexte : inactif
04. MVD	Cimetière	0302040	8796162	Contexte : inactif

05.MLMN	Cimetière	0292103	8789594	Contexte : inactif
---------	-----------	---------	---------	--------------------

Tableau 131: Sites culturels tangibles avec risque d'être impactés localisés Kamasaka, Mulemena et la Ferme Mbuyi.

Nom du site	Type	Longitude	Latitude	Description
01. KMSK	Cimetière pour les mort-nés	0307041	8812141	Contexte : sera impacté
02.MSNG	Cimetière pour les mort-nés	0302040	8796162	Contexte : sera impacté
03.MLMN	Ancien cimetière	0292103	8789594	Contexte : sera impacté
04. CLNG	Cimetière pour enfants et mort-nés	0310187	8795433	Contexte : sera impacté
05.F MBY	Cimetière familiale Samba Lubule	0307030	87944367	Contexte : sera impacté
06.F MBY	Tombe des jumeaux	0307136	8794406	Contexte : sera impacté
07.F MBY	Tombe des jumeaux	0307311	8794548	Contexte : sera impacté
08.F MBY	Tombe des jumeaux	0307308	8794546	Contexte : sera impacté
09.MLMN	Tombe de deux personnes	0288635	8792007	Contexte : Sera impacté

3.4.10.3. Lieux sacrés, culturels et cérémonieux

Les lieux sacrés, culturels et cérémonieux suivants, ont été identifiés par les communautés locales dans la zone du projet :

- a) Les rivières et les chutes d'eau sont considérées comme sacrées et lorsqu'on visite des chefs ou des lieux sacrés, un cadeau est normalement requis. Une série de chutes et de cascades sont situées sur la rivière Lufupa et sont considérées comme sacrées. Ces sont Tshituta 1, Tshituta 2, Tshituta 3 et Lufupa ; situés dans le groupement Musokantanda, la plus grande chute d'eau (Lufupa) est considérée comme un lieu sacré, les autres chutes sont utilisées comme lieux de cérémonie ;
- b) Les Muyombo (arbres sacrés) sont situés dans les villages de Musokantanda, Muvunda et Mwilu. Ils sont plantés par la communauté lorsqu'un nouveau chef est nommé pendant la saison sèche et non arrosé (s'ils survivent alors le Chef est accepté) ;
- c) Sources d'eau à Musokantanda et à Mwilu ; il a été mentionné que les sources d'eau sont classées comme sacrées. Malheureusement, il n'était pas possible pour l'équipe de visiter ces endroits ; et
- d) Les lieux culturels / cérémoniels incluent une cabane sacrée au village de Mwilu construite de briques d'adobe recouvertes de paille.

3.4.10.4. Croyances et pratiques traditionnelles

Les pratiques et croyances traditionnelles ont été influencés par les phénomènes d'acculturation, la modernisation et par les mouvements des populations avant et après les activités minières.

Les communautés locales n'accordent pas d'attention à leur culture et les langues traditionnelles sont rarement parlées. La langue la plus parlée étant le swahili. Les croyances ancestrales est un aspect important de la culture locale. Par exemple le 1^{er} août est « le jour des morts » ou Jour du Souvenir, les populations locales considère ce jour pour visiter les cimetières, se souvenir des morts et ou célébrer la mémoire de ceux qui sont mort. En ce qui concerne la spiritualité et la moralité, traditionnellement, les communautés locales (Ndembo, Kaonde et Basanga) croient en un être suprême ou Dieu et tous les esprits. Cet aspect est particulièrement évident dans le culte des esprits et des pratiques religieuses (rituels). Dieu est plus craint qu'aimer, on ne lui parle pas directement, et cela justifie l'utilisation permanente des esprits comme intermédiaire et intercesseurs à Dieu.

Les aspects clés concernant la coutume et la culture locales sont les suivants :

- a) Si le chef vous gifle avant de vous séparer de lui, vous devez aussi le gifler sur tout son corps, sinon, si vous ne faites pas cela, le malheur vous accompagnera tout au long de votre vie ;
- b) Un chef de groupement n'est pas autorisé à manger dans les lieux publics ou devant les gens parce que s'il laisse tomber une partie des aliments, ceux-ci peuvent être recueillis et utilisés par ses ennemis contre lui ;
- c) La femme d'un chef pendant ses menstruations ne peut pas cuisiner pour lui ni dormir avec lui, ni rester avec lui dans la même parcelle jusqu'à ce que la période menstruelle se termine. La menstruation est considérée comme non pure et neutralise ainsi le pouvoir d'un chef ;
- d) Il est toujours conseillé quand un chef se lève, tout le monde doit également se lever, sinon, si vous êtes assis, et vous deviendrez automatiquement impuissant. Devant le chef, vous ne pouvez pas plier vos jambes qui est une offense et considérée comme irrespectueuse envers lui ;
- e) Avant de parler au chef, il faut battre doucement les mains qui est un signe pour être autorisé à parler et pour une femme, elle doit s'agenouiller et ne pas fixer le chef en lui parlant ;
- f) Dans la culture locale, l'initiation d'un garçon diffère de celle des filles. Quand une fille voit son premier cycle menstruel, elle contactera immédiatement sa mère et les deux devraient alors vivre loin du père pendant environ six jours. La mère ou la fille n'est pas autorisée pendant cette période à cuisiner pour son mari ou son père ;

L'initiation d'un garçon prend un an, loin de son village, ces initiations sont entreprises par des personnes spécialisées dans le village à l'écart du père et de la mère, la période de formation du garçon se compose des éléments suivants :

- La circoncision ;
- L'enseignement compris ;
- Introduction à la vie conjugale ;
- Les bonnes manières ;
- Introduction à la vie professionnelle ; et
- Valeurs et principes de la vie, des pratiques traditionnelles et culturelles perçues comme un patrimoine culturel laissé par les ancêtres.
- Une fois un homme a fini deux à trois mois de formation loin de ses parents, il est considéré prêt à se marier, peut choisir une femme et puis les parents du garçon sont ceux qui vont contacter les parents de la fille demandant le mariage et les cérémonies traditionnelles appropriées doivent se faire et ;
- Les populations locales considèrent que, en suivant ces principes, les communautés vivent en étroite collaboration avec les besoins et les normes des ancêtres.

Conclusion et recommandations

- La reconnaissance archéologique et culturelle dans la zone de KAMCO a mis à jour des indices archéologiques et des composantes de l'héritage culturel.
- L'archéologie est représentée au stade culturel de la recherche par un four de fonte exclusivement; l'héritage culturel est pour sa part attesté par 30 cimetières; 7 tombes dont l'une d'entre elles est pour le Chef MULOMBA KAZADI KAPONDA; 1 lieu sacré; 1 source sacrée de la rivière KAMOA; un ancien four de fonte et 6 arbres sacrés que les Chefs Communautés les protègent soigneusement pour leurs différentes cérémonies traditionnelles et coutumières.
- Le cimetière des mort-nés à KAMASAKA sera impacté vu des travaux de sondage qui sont en cours juste à côté de celui-ci et celui de MASENGO également est inconnu du public risque le même sort, car, y a aucun indice montrant la présence ou l'existence d'un cimetière.
- FERME MBUYI et CHILONGE seront également impactés par les travaux du projet.
- Les coordonnées suivantes : Longitude 0288635 et Latitude 8792007 était pour une tombe dans laquelle deux personnes étaient enterrées. La raison principale de cette mort c'est un conflit qui opposait deux Communautés : Muvunda et Mulemena qui avait entraîné une bagarre causant la perte de deux membres de celles-ci. Malheureusement cette dernière n'avait pas été signalée lors de la consultation populaire à Mulemena et pendant des travaux d'élargissement de la route cette tombe était rasée.

- Les communautés suivantes: Cité Musoka, Venance et Muzeya enterrent leurs morts soit à Djosayi ou soit à Kamoia mission.
- Au cas où, lors des travaux du projet, il n'y aurait pas d'archéologie en cas d'une découverte fortuite de vestiges archéologiques, l'entreprise responsable du chantier est tenue de notifier immédiatement l'équipe en charge environnementale.
- En suite : L'archéologue devrait arriver sans tarder sur le site afin d'en évaluer l'importance.
- Un plan de traitement du Site (PTS) doit être rédigé et soumis à l'équipe environnementale qui la diffusera à son tour auprès de l'entreprise.
- En attendant l'exécution du Plan de Traitement du site (PTS), il sera demandé à l'entreprise responsable du projet de Contourner momentanément le site ou carrément d'attendre que le Plan de Traitement de Site soit mis en application.

TITRE IV : ANALYSE DES IMPACTS DES OPERATIONS D'EXPLOITATION SUR L'ENVIRONNEMENT

L'analyse des impacts des opérations d'exploitation sur l'environnement consiste à identifier les impacts, à les caractériser, à déterminer les opérations ayant un impact sur l'environnement et à déterminer la nature des impacts tels qu'exigé de l'article 39 à 42 annexe VIII du Règlement Minier.

L'analyse des impacts comprend cinq étapes primaires :

- 1) Identification des activités du Projet susceptibles d'entraîner des changements environnementaux, sociaux et de santé ;
- 2) Évaluation des impacts négatifs et positifs potentiels ;
- 3) Description des mesures d'atténuation susceptibles de prévenir, réduire, restaurer ou compenser les impacts négatifs et de favoriser les impacts positifs ;
- 4) Analyse et caractérisation des impacts résiduels, et déterminer si ces impacts résiduels sont acceptables ; et
- 5) Recommandations quant à des indicateurs et des mesures de surveillance qui permettent d'effectuer un suivi du Projet en matière environnementale, sociale et de santé.

4.1. Méthodologie d'évaluation des impacts

L'importance des impacts identifiés au cours de la phase d'évaluation des impacts sera déterminée suivant l'approche décrite ci-dessous. Cette approche est basée sur les exigences de la législation minière en RDC.

Pour évaluer les impacts, une matrice d'évaluation des impacts a été utilisée, procurant une indication quantitative de la gravité d'un impact, et ce, avant et après l'application de mesures d'atténuation. Cette matrice, basée sur les exigences de la législation minière en RDC, est présentée ci-dessous.

Tableau 132: Matrice d'évaluation des impacts

Direction	Intensité	Étendue	Durée	Valeur de la composante affectée	Risque pour les populations humaines	Probabilité
Positive – impact positif ou bénéfique pour l'environnement	5 – Très élevée / inconnue	5 - Internationale	5 - Permanent	5 - Très élevée / inconnue	5 - Très élevé / inconnue	5 – Certitude / inconnue
	4 - Élevée	4 - Nationale	4 – Long terme	4 - Élevée	4 - Élevé	4 – Probabilité élevée
Négative – impact négatif ou préjudiciable pour l'environnement	3 - Modérée	3 - Régionale	3 – Moyen terme (8 - 15 ans)	3 - Modérée	3 - Modéré	3 – Probabilité moyenne
	2 - Faible	2 - Locale	2 – Court terme (0 - 5 ans) (l'impact cesse après la durée opérationnelle de l'activité)	2 - Faible	2 - Faible	2 - Faible probabilité
	1 - Mineure	1 – Limitée au site	1 – Immédiat	1 - Mineure	1 - Mineur	1 - Improbable

Une fois ces facteurs classés pour chaque impact, l'importance de l'impact est définie au moyen de la formule suivante :

PS (Points de signification) = (Moyenne de l'intensité, l'étendue, la durée, la valeur de la composante affectée et le risque pour les populations) * (Probabilité)

La valeur maximale est de 25 points de signification (PS). La signification de l'impact a par la suite été classée de la façon suivante :

PS >20	Indique une signification / un risque environnemental grave	Impact susceptible d'influencer la décision de procéder ou non avec la mise en œuvre du Projet, qu'il existe ou non des mesures d'atténuation possibles.
PS 16 – 20	Indique une signification / un risque environnemental majeur	Impact ou avantage suffisamment important pour en nécessiter la gestion, pouvant avoir une influence sur la décision si des mesures d'atténuation ne sont pas mises en place.
PS 9 - 16	Indique une signification / un risque environnemental modéré	Impact ou avantage suffisamment important pour en nécessiter la gestion, pouvant avoir une influence sur la décision si des mesures d'atténuation ne sont pas mises en place.
PS 4 - 9	Indique une signification / un risque environnemental faible	Impacts ne produisant que peu d'effets, aisément atténué et absorbé par l'environnement ou les populations humaines.
PS <4	Indique un impact / un risque négligeable	Impacts avec très peu d'effets, qui ne devraient pas influencer ou nécessiter de modification à la conception du Projet.

Les impacts font l'objet d'un nouvel exercice de classement après la prise en compte de mesures d'atténuation, dans le but de déterminer les impacts résiduels.

1. Définitions

Les définitions suivantes s'appliquent à la méthodologie ci-dessus :

- L'**intensité** indique le degré de changement dans une mesure ou une analyse (par ex., la concentration d'un métal dans l'eau par rapport à la ligne directrice de qualité de l'eau pour ce métal) ; l'intensité est classée « aucune/négligeable », « faible », « modérée » ou « élevée ». La classification de l'ampleur de l'impact peut dépendre d'un ensemble de critères pertinents (par ex., niveaux de risque pour la santé, concepts écologiques et/ou jugement professionnel) pour chacune des disciplines et questions clés analysées. L'étude spécialisée tente de quantifier l'ampleur, en décrivant le raisonnement suivi. Des normes appropriées, largement reconnues, sont utilisées pour mesurer le niveau d'un impact ;
- L'**étendue (échelle/géographie)** désigne la zone susceptible d'être affectée par l'impact. L'étendue est classée comme étant « limitée au site », « locale », « régionale », « nationale » ou « internationale » ;

- La **durée** désigne la période de temps pendant laquelle un impact environnemental peut se produire : « transitoire » (moins d'un (1) an), « court terme » (0 à 5 ans), « moyen terme » (5 à 15 ans), « long terme » (plus de 15 ans – l'impact prend fin après la fermeture du Projet) ou « permanent » ;
- La **valeur de la composante affectée (sensibilité)** est une mesure du caractère unique et de la valeur de la composante potentiellement affectée (par ex., habitats spécifiques à la région). Pour d'autres disciplines, la capacité assimilatrice de l'environnement physique à absorber/diluer la contamination est définie pour déterminer ensuite la sensibilité ;
- **Valeur/risque pour les populations humaines** : mesure de la valeur d'une composante affectée pour les communautés locales, et/ou risque de l'impact pour ces communautés ; et
- La **probabilité de survenance** décrit la probabilité qu'un impact se produira : « improbable » (moins de 5%), « faible » (5% à 40%), « moyenne » (40% à 60%), « probable » (60% à 90% - l'impact se produira sans doute) ou « certitude » (il n'y a pas de doute que l'impact se produira).

En plus des variables indiquées ci-dessus, qui font partie de la matrice d'évaluation des impacts, les éléments suivants ont été déterminés pour tous les impacts respectifs identifiés :

- La **direction** de l'impact, qui peut être « positive » (+), « neutre » ([]) ou « négative » (-) par rapport à l'impact en question (par ex., un gain d'habitat pour une espèce clé serait considéré comme ayant une direction « positive » ; la direction d'une perte d'habitat serait « négative ») ; et
- Le **moment** indique à quelle étape l'impact se produirait : construction, exploitation, mise hors service et/ou post-fermeture.

4.2. Environnement physique

4.2.1. De la détermination des opérations ayant un impact sur l'environnement

On prévoit que le projet proposé entraînera les impacts physiques suivants, qui seront abordés en détails plus bas :

- Changements dans la topographie en raison d'infrastructures du Projet comme l'infrastructure d'entreposage des rejets, les concentrateurs, les décharges de roches stériles et les galeries inclinées, aux sites de Kansoko et Kakula et autre ;
- Dégradation et perte de sol causées par la mise en œuvre du Projet ;
- Accroissement de l'érosion du sol en raison des activités sur les sites miniers, notamment le décapement de grandes quantités de terre ;
- Changements dans l'utilisation des terres dans les zones affectées par les infrastructures proposées aux sites miniers ;

- Accroissement des émissions de gaz à effet de serre dans la zone, en raison de l'utilisation de véhicules des mines, de génératrices d'appoint, de pompes et autres appareils utilisant des combustibles fossiles ;
- Forte présence de poussière dans les environs, en raison des véhicules, des travaux de construction, des poussières provenant des secteurs exposés (infrastructure d'entreposage des rejets, décharges de stériles, sites des concentrateurs, galeries inclinées, routes de transport, etc.), des convoyeurs, des opérations de transfert, des forages, du dynamitage, des opérations de chargement et des zones de stockage des matières tout-venant ;
- Augmentation du niveau de bruit en raison de l'infrastructure de ventilateurs en surface pour les besoins de ventilation de la mine, de construction et d'exploitation minière ;
- Vibrations causées par les activités de minage, de concassage, de broyage et de forage aux sites miniers de Kansoko et Kakula ;
- Contamination des eaux de surface en raison de déversements d'effluents depuis les sites miniers ;
- Disponibilité réduite d'eau de surface en raison de l'utilisation de l'eau dans les opérations d'exploitation minière et de traitement du minerai ;
- Contamination des eaux souterraines causée par les infiltrations d'hydrocarbures et autres contaminants entreposés et utilisés aux sites miniers, les lixiviats provenant de l'infrastructure d'entreposage des rejets et le drainage rocheux acide aux décharges de roches stériles ;
- Disponibilité réduite d'eau souterraine en raison des opérations d'exhaure visant à faciliter les opérations d'exploitation minière ; et
- Radiations causées par les matières radioactives utilisées dans l'exploitation minière.

4.2.2. Critères d'évaluation

Les critères d'évaluation spécifiques suivants ont servi à déterminer l'intensité de l'ensemble des impacts physiques.

Tableau 1333: Critères d'évaluation des impacts physiques

Intensité		Étendue	Durée	Valeur/capacité de la composante affectée	Risque pour les populations humaines	Probabilité	Fréquence
Classification	Physique	Toutes disciplines	Toutes disciplines	Physique	Toutes disciplines	Toutes disciplines	Toutes disciplines
5 - Très élevée / inconnue	Changement détectable par rapport aux valeurs de référence. Dépassement des limites de toxicité et des niveaux de danger prescrits par les lignes directrices pertinentes. Dépassement de la capacité assimilatrice.	5 - Internationale/nationale (au-delà de la Province du Katanga ou transfrontalière)	5 - Permanent / post-fermeture	Valeur extrêmement élevée pour la société, les milieux universitaires, les institutions de recherche ou les communautés - telle que définie dans les dossiers de consultation ou encoure aucune tolérance ou capacité assimilatrice pour l'impact en question.	5 - Très élevé / inconnu (importante perte d'actifs (> 50%), ou blessure / effet sur la santé grave (danger de mort) nécessitant des soins hospitaliers pour une personne individuelle ou une communauté.	5 - Certitude / inconnue / probabilité > 50% / certitude / évaluation statistique basée sur la discipline.	5 - Continu
4 - Élevée	Changement détectable par rapport aux valeurs de référence. Dépassement des limites prescrites par les lignes directrices pertinentes. Non	4 - Provinciale (toute la Province du Katanga)	4 - Long terme (>15 ans, jusqu'à la fin des opérations d'exploitation)	Valeur élevée pour la société, les milieux universitaires, les institutions de recherche ou les communautés - telle que définie dans les dossiers de consultation ou Tolérance / capacité assimilatrice	4 - Élevé (importante perte d'actifs (> 25%), ou blessure / effet sur la santé nécessitant des soins hospitaliers pour une personne individuelle ou une communauté.	4 - Très probable / probabilité > 25% et < 50% / évaluation statistique basée sur la discipline.	4 - Fréquent (quotidien)

	toxique - ne dépasse pas la capacité assimilatrice.			marginale pour l'impact en question.			
3 – Modérée	Changement détectable par rapport aux valeurs de référence. Juste audessous des limites prescrites par les lignes directrices pertinentes.	3 – Régionale (District de Kolwezi)	3 – Moyen terme (>5 ans et <15 ans)	Valeur modérée pour les communautés locales ou Tolérance / capacité assimilatrice modérée pour l'impact en question.	3 - Modéré (perte / blessure / effet sur la santé affectant plus d'une communauté locale) ou perte de < 25% des actifs pour une personne individuelle ou une communauté.	3 - Moyenne / probabilité > 10% et < 25% / évaluation statistique basée sur la discipline.	3 – Fréquence moyenne (une fois par semaine)
2 – Faible	Changement détectable par rapport aux valeurs de référence. Bien audessous des limites prescrites par les lignes directrices pertinentes.	2 – Locale (zone tampon de 20 km autour du Projet)	2 – Court terme (<5 ans)	Valeur faible pour les communautés locales ou Tolérance / capacité assimilatrice élevée pour l'impact en question.	2 - Faible/mineur (perte / blessure / effet sur la santé mineur, n'affectant pas plus d'une communauté locale).	2 - Faible / possible dans des circonstances accidentelles / probabilité > 1% et < 10% / évaluation statistique basée sur la discipline.	2 – Peu fréquent (une fois par mois)
1 – Mineure	Aucun changement détectable par rapport aux valeurs de référence. Bien au-dessous des limites prescrites par les lignes	1 – Limitée au site (infrastructures du Projet)	1 – Immédiat, puis se dissipe	Aucune valeur pour les communautés locales - telle que définie dans les dossiers de consultation ou Tolérance / capacité assimilatrice extrêmement	1 - Mineur (perte / blessure / effet sur la santé mineure, affectant une personne individuelle).	1 - Improbable (Probabilité < 1%, 1 fois aux 100 ans) / évaluation statistique basée sur la discipline.	1 – Rare (une fois par année)

	directrices pertinentes.			élevées pour l'impact en question.			
--	--------------------------	--	--	------------------------------------	--	--	--

4.2.3. Identification des impacts du milieu physique

4.2.3.1. Impact 1 : Changements dans la topographie

4.2.3.1.1. Caractéristiques de l'impact

L'impact des changements dans la topographie sera modéré, dans la direction **négative**, et se produira pendant les **phases** de la construction et de l'exploitation du Projet ; cet impact sera causé par le **développement des galeries inclinées, le parc à rejets des mines, les parcs à stériles, les infrastructures des concentrateurs et autres infrastructures à grande visibilité.**

L'agrandissement des infrastructures du site minier de Kansoko, par exemple les infrastructures permettant la maintenance du portail d'accès et les parcs à stériles, et du site minier de Kakula, où seront également construits des galeries inclinées, un concentrateur, les parcs à stériles et le parc à rejets des mines, entraînera un changement de la topographie du secteur. Des opérations d'exploitation minière supplémentaires pourraient causer des affaissements en surface affectant la topographie.

Ces infrastructures auront un impact sur la topographie locale, affectant le drainage local, les eaux de ruissellement en surface et le paysage visuel. Les impacts topographiques des décharges de stériles et de l'infrastructure d'entreposage des rejets continueront sans doute au-delà de la fermeture de la mine, de par leur caractère permanent.

Actuellement, l'incliné et les petites infrastructures d'entreposage des rejets à Kansoko ont un impact mineur sur la topographie de surface, mais cela devrait augmenter à mesure que le projet progresse.

Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les infrastructures spécifiques suivantes entraîneront un changement dans la topographie:

- Décharges de roches stériles aux sites miniers de Kakula et Kansoko ;
- Infrastructures autour des galeries inclinées ;
 infrastructure d'entreposage des rejets ; et
- Concentrateurs.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'impact du changement dans la topographie de la zone a été déterminé sur la base des emplacements proposés des infrastructures du Projet et leur profil par rapport à la topographie locale existante.

4.2.3.2. Impact 2 : Dégradation du sol

4.2.3.2.1. Caractéristiques de l'impact

L'impact de la dégradation du sol sera modéré, dans la direction **négative**, et se produira pendant les **phases de la construction, de l'exploitation et de la fermeture** du Projet ; cet impact se produira sans doute dans des secteurs où seront réalisés des travaux de dégagement et de déplacement de grandes quantités de terre.

Le projet proposé est un nouveau projet **ou il n'y avait jamais eu d'exploitation minière auparavant**. Par conséquent, il sera mis en œuvre sur un sol qui n'avait été utilisé que pour l'agriculture, ou jamais utilisé. Le Projet couvrira environ 3 600 hectares. Les superficies nécessaires pour des infrastructures comme les concentrateurs, les infrastructures de surface aux galeries inclinées, les décharges de roches stériles et l'infrastructure d'entreposage des rejets exigeront des travaux comme le défrichage, le décapage des sols et l'enlèvement des horizons organiques au moyen d'équipements lourds et d'engins de compactage.

Actuellement à Kansoko, la dégradation des sols s'est produite lors des travaux de construction de l'incliné et ceux d'infrastructure d'entreposage des stériles. Les Sols sont actuellement stockés pour être utilisés dans les réhabilitations à venir,

Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les activités de construction suivantes pourraient avoir un impact négatif sur la qualité du sol :

- Travaux de dégagement ou de défrichage de sol et de nivellement ;
- Décapage du sol et des sous-sols ; et
- Enlèvement de l'horizon organique au moyen d'équipements lourds pendant l'aménagement des infrastructures du Projet.

Les activités de construction pourraient entraîner :

- Perte de fertilité du sol naturel en raison du décapement de l'horizon organique ;
- Compactage du sol ;
- Destruction des caractéristiques physiques du sol ;
- Destruction d'organismes dans le sol et la végétation ; et
- Perte de volume du sol et de la profondeur originale du sol.

Au cours de la phase d'exploitation, les activités suivantes pourraient entraîner une dégradation du sol :

- Contamination des sols en raison du dépôt de poussières, d'eaux de ruissellement contaminées provenant des activités minières et de déversements accidentels donnant lieu à une toxicité chimique ; (sol et eau

- acide métallifère, métal provenant des activités de concentration et dépôt de rejets) ;
- Perturbation du sol causé par des équipements et camions lourds ; et
 - Dégradation des terres végétales empilées causée par l'érosion.
 - Pendant la phase de mise hors service et de fermeture, les activités suivantes pourraient causer une dégradation de la qualité du sol :
 - Perte du type de sol antérieur et de la fertilité en raison de l'empilage de la terre ;
 - Mélange de sols contaminés par des métaux lourds et de terre végétale ; et
 - Compactage du sol par l'action des équipements et camions lourds se dirigeant vers les zones de réhabilitation.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'impact de la dégradation du sol dans la zone a été déterminé sur la base des emplacements proposés des infrastructures du Projet et de leurs effets sur les sols et l'utilisation des sols identifiés au cours de l'évaluation de référence.

4.2.3.3. Impact 3 : Érosion du sol

4.2.3.3.1. Caractéristiques de l'impact

L'impact de l'érosion du sol sera modéré dans la direction **négative** et se produira principalement au cours des **phases** de la **construction** et, dans une moindre mesure, de l'**exploitation** et de la **fermeture** du Projet.

L'érosion du sol peut se produire lorsque les couches de terre végétale sont enlevées aux fins de dégagement de site et de construction d'infrastructures minières en surface, par exemple les concentrateurs, les infrastructures de surface aux galeries inclinées, l'infrastructure d'entreposage des rejets et les décharges de roches stériles et autres infrastructures auxiliaires. Il en résultera une perte ou une modification des horizons de sol naturel, de la fertilité du sol, du drainage du sol et du fonctionnement naturel du sol (habitat de la faune et de la flore). Les zones identifiées sensibles à l'érosion comprennent le sol des secteurs plus accidentés ainsi que les arénosols (en particulier dans les dilungus), qui sont extrêmement sensibles à l'érosion.

Une certaine érosion du sol a été observée le long des routes d'accès (en particulier vers le Dilungus), Kamoia tente actuellement de réduire le nombre de routes d'accès sur le Dilungus. Des travaux supplémentaires seront nécessaires pour stabiliser l'érosion existante.

Pendant les orages, les eaux de ruissellement peuvent causer une forte érosion là où le sol est exposé ou compacté, en particulier dans les secteurs en pente.

Pendant la saison sèche, l'érosion causée par le vent peut parfois avoir l'effet d'enlever le couvert végétal exposé.

Cet impact est classé négatif modéré avant les mesures d'atténuation et négatif faible après les mesures d'atténuation.

Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les activités spécifiques suivantes peuvent causer une érosion du sol :

- Travaux de dégagement en vue de la construction de l'infrastructure d'entreposage des rejets près de la mine Kakula ;
- Travaux de dégagement et conception des routes d'accès aux mines ;
- Travaux de dégagement en vue de l'aménagement des décharges de roches stériles à chacun des sites miniers, à proximité des galeries inclinées ;
- Travaux de dégagement en vue de l'aménagement de concentrateurs à chacun des sites miniers; et
- Travaux de dégagement pour des infrastructures auxiliaires comme des bassins, des ateliers et des bureaux administratifs au site minier de Kakula.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'impact de l'érosion du sol dans la zone a été déterminé sur la base des concentrateurs, de l'infrastructure d'entreposage des rejets, des galeries inclinées, des décharges de roches stériles et des infrastructures auxiliaires proposées et de leurs effets sur les zones identifiées sensibles à l'érosion.

4.2.3.4. Impact 4 : Changement dans l'utilisation des terres

4.2.3.4. Caractéristiques de l'impact

Cet impact se produira principalement au cours de la **phase de la construction** du Projet ; l'impact sera modéré dans la direction négative et sera produit par **l'ensemble des infrastructures du Projet**.

La zone proposée du Projet comporte plusieurs utilisations traditionnelles potentielles des terres, qui devront faire place à l'exploitation minière. Les utilisations traditionnelles des terres, par exemple l'agriculture, la production de charbon de bois, l'exploitation forestière, la collecte de plantes médicinales, l'établissement humain et la chasse seront restreints, voire impossibles dans la zone affectée par le Projet. Aucune activité agricole ou forestière ne sera permise dans les zones des mines, pour des raisons de sécurité et de sûreté.

À Kansoko, une zone d'exclusion a déjà été établie où les pratiques traditionnelles ont été restreintes et une barrière est en cours de construction pour empêcher l'accès à l'incliné. L'indemnisation des personnes touchées à Kansoko est

terminée. Pendant la phase de la construction, les activités de mise en œuvre du Projet à Kakula provoqueront les perturbations suivantes aux terres situées dans la Zone d'exclusion :

- Des travaux de nivellement et d'excavation seront requis dans les zones proposées pour les différentes infrastructures des sites miniers, nécessitant l'aménagement de bancs d'emprunt, le décapage de la terre végétale et l'infrastructure de piles de terre. Les conséquences de ces activités comprendront les suivantes :
- Perte de la distribution spatiale originale des types de sol et des séquences naturelles d'horizons de sol ;
- Perte d'une partie de la fertilité originale du sol ;
- Perte de la topographie et du régime de drainage originaux ;
- Perte de la profondeur et des volumes originaux du sol ; et
- Perte du fonctionnement naturel du sol (habitat pour la faune et la flore).

Après la mise hors service, certains secteurs de la Zone d'exclusion à Kakula et Kansoko pourraient, avec le temps, servir aux utilisations antérieures, par exemple l'agriculture, si d'importantes mesures d'améliorations sont mises en œuvre. Cela aura un impact positif sur l'utilisation des terres et les perturbations du sol sur le site. Les caractéristiques du sol seront sans doute passablement modifiées en raison du décapage de la terre végétale et de l'empilage des sols en vue d'une réutilisation à l'étape de la mise hors service.

Cet impact est classé négatif modéré avant les mesures d'atténuation et négatif faible après les mesures d'atténuation.

Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les activités spécifiques suivantes entraîneront un changement dans l'utilisation des terres :

- Travaux de dégagement et construction de l'infrastructure d'entreposage des rejets à proximité de la mine Kakula ;
- Travaux de dégagement et aménagement de routes d'accès aux sites miniers ;
- Travaux de dégagement en vue de l'aménagement de décharges de roches stérile;
- Travaux de dégagement et construction d'un concentrateur à chacun des sites miniers ; et
- Travaux de dégagement et construction d'infrastructures auxiliaires, par exemple des bassins, des ateliers et des bureaux administratifs.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'impact du changement dans l'utilisation des terres a été déterminé sur la base des emplacements proposés pour les infrastructures du Projet.

4.2.3.5. Impact : 5 – Gaz à effet de serre

4.2.3.5.1. Caractéristiques de l'impact

Le Projet proposé générera des émissions additionnelles de gaz à effet de serre en raison des activités de transport, de l'usage de groupes électrogènes diesel, d'infrastructure d'entreposage des rejets, de l'utilisation d'explosifs, d'émissions fugitives, de l'importation d'électricité, et de l'utilisation de carburant et d'huile. De plus, les travaux de dégagement en vue de l'aménagement d'infrastructures auront pour effet de réduire la quantité de végétation et, par conséquent, de la capacité à capturer le carbone de l'atmosphère. L'augmentation des émissions de gaz à effet de serre, bien qu'elle soit sans doute négligeable à l'échelle globale, comptera parmi les problèmes de changement climatique de la planète.

Cet impact se produira pendant les phases de **la construction, l'exploitation et la mise hors service** du Projet ; l'impact sera majeur, dans la direction **négative**, mais il est très peu probable qu'il se produise à une grande échelle – il sera causé par les émissions des véhicules, d'autres équipements de mine faisant usage de combustibles fossiles ainsi que les activités de dégagement des terres.

Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les infrastructures spécifiques suivantes entraîneront une augmentation des émissions de gaz à effet de serre :

- Émissions de véhicules ;
- Émissions de génératrices d'appoint ;
- Combustion spontanée dans les mines ; et
- Les travaux de dégagement de la végétation, qui contribue à capturer le carbone de l'atmosphère, dans les zones proposées pour les infrastructures minières.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'impact de l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre a été déterminé sur la base des équipements proposés à être utilisés aux sites miniers et des zones qui feront l'objet de travaux de dégagement en vue de l'aménagement d'infrastructures minières.

4.2.3.6. Impact : 6 – Émissions de poussières

4.2.3.6.1. Caractéristiques de l'impact

Une augmentation de la poussière dans la zone locale est probable en raison des mouvements de véhicules sur des routes non macadamisées, des travaux de construction, des poussières provenant des zones exposées (piles de stockage, infrastructure d'entreposage des rejets, routes de transport, etc.), des convoyeurs et des zones de transfert et de chargement.

Cet impact se produira au cours des **phases de la construction, de l'exploitation et de la mise hors service** du Projet ; l'impact sera majeur, dans la direction **négative**, et sera produit par **l'ensemble des infrastructures du Projet**, en particulier l'infrastructure d'entreposage des rejets, les routes de transport et les parcs à stériles.

Cet impact est classé négatif majeur avant les mesures d'atténuation et négatif faible après les mesures d'atténuation.

Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les activités spécifiques suivantes causeront des émissions de poussière :

- Mouvements des véhicules et autres équipements miniers sur des routes sèches non macadamisées ;
- Poussière produite pendant les opérations de forage ;
- Poussière produite par les opérations de minage ;
- Poussière provenant de zones exposées comme les piles de stockage, les parcs à stériles, les zones de construction, les routes de transport lors de vents forts, les convoyeurs en opération et le secteur de tout-venant des mines ; et
- Poussière de l'infrastructure d'entreposage des rejets entraînée par les vents.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'impact des émissions de poussière a été déterminé sur la base de la machinerie, des équipements et des infrastructures

4.2.3.7. Impact 7 : Bruit

4.2.3.7.1. Caractéristiques de l'impact

Il est probable que les activités du Projet tout au long des phases de la construction et de l'exploitation accroîtront le bruit dans la zone locale, possiblement affectant les employés et les récepteurs sensibles situés à proximité, par exemple les communautés locales et les animaux de la région.

L'impact des vibrations sur la communauté et sur la faune peut se produire au cours des **phases de la construction et de l'exploitation** du Projet ; l'impact sera modéré, dans la direction **négative**, et sera causé par les **activités de sautage, de forage, de concassage et de broyage**.

Cet impact est classé négatif majeur avant les mesures d'atténuation et négatif faible après les mesures d'atténuation.

Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les activités spécifiques suivantes entraîneront une augmentation des niveaux de bruit :

- Les bruits de construction provenant des activités de dégagement des terres et du trafic, en plus des travaux de construction des portails d'accès et de développement des galeries à Kansoko et Kakula ;
- Infrastructure de ventilateurs de mine en surface ; et
- Bruits des opérations d'exploitation, causés par le trafic, les procédés de traitement, le transport du minerai et autres opérations minières.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'impact du changement des niveaux de bruit dans la zone a été déterminé sur la base de la machinerie et des équipements miniers prévus ainsi que des techniques de minage et des opérations souterraines proposées.

4.2.3.8. Impact 8 : Vibrations

4.2.3.8.1. Caractéristiques de l'impact

Il est probable que des vibrations seront générées pendant les opérations de minage pour la fragmentation du minerai en souterrain, la fragmentation des rochers dans le tout-venant et les opérations de concassage ; des vibrations seront également produites par des opérations comme le concassage et le broyage, possiblement affectant les communautés, les employés et la faune locale.

L'impact des vibrations sur la communauté et sur la faune peut se produire au cours des **phases de la construction et de l'exploitation** du Projet ; l'impact sera modéré, dans la direction **négative**, et sera causé par les **activités de sautage, de forage, de concassage et de broyage**.

Cet impact est classé négatif modéré avant les mesures d'atténuation et négatif faible après les mesures d'atténuation.

Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les activités spécifiques suivantes généreront des vibrations dans la zone :

- Opérations de minage en souterrain pour la fragmentation du minerai ;
- Opérations de minage pour les matières tout-venant et pour casser les rochers trop gros ; et
- Concassage et broyage du minerai.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'impact des vibrations générées par les opérations minières a été déterminé sur la base de la machinerie, des équipements miniers et des techniques de minage proposés.

4.2.3.9. Impact 9 : Contamination des eaux de surface

4.2.3.9.1. Caractéristiques de l'impact

Les changements dans la qualité de l'eau se produiront au cours des **phases de la construction, de l'exploitation et de la mise hors service du Projet** ; l'impact sera modéré, dans la direction **négative**, et sera produit par **l'ensemble des infrastructures du Projet**.

Les travaux de dégagement, l'aménagement d'infrastructures multiples, les infrastructures de rejets miniers, le développement des galeries inclinées, le déversement des effluents, les impacts sur la qualité de l'air, les impacts géochimiques et l'utilisation possible des eaux de surface pour les besoins du Projet pourraient potentiellement causer des impacts importants sur les eaux de surface. De plus, toute défaillance de l'infrastructure d'entreposage des rejets serait susceptible de causer une contamination et un envasement significatifs de la rivière Kakula, le cas échéant.

Cet impact est classé négatif majeur avant les mesures d'atténuation et négatif faible après les mesures d'atténuation.

Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les activités spécifiques suivantes entraîneront une contamination de l'eau :

- Diminution de la qualité des eaux de ruissellement et des infiltrations provenant des décharges de roches stériles, de l'infrastructure d'entreposage des rejets, des concentrateurs, des zones de stockage de produits chimiques, et des infrastructures d'entreposage des déchets dangereux/généraux ;
- Déversement accidentel d'effluents du bassin d'eau de procédé, de l'infrastructure d'entreposage des rejets et des réseaux d'égouts ;

- Déversement d'effluents des opérations minières (surplus d'eau des opérations d'exhaure souterraines) ;
- Déversement accidentel de graisses, d'huiles, de carburant ou autres hydrocarbures depuis des infrastructures de stockage, des postes de ravitaillement ou des ateliers ;
- Action de l'érosion entraînant une mobilisation de matières solides vers les cours d'eau et les rivières, depuis la surface de routes et autres zones dégagées ;
- Déversements accidentels (fuites dans les canalisations de rejets, défaillance de l'infrastructure d'entreposage des rejets ou déversement de produits chimiques/acides dangereux) ;
- Rupture d'infrastructures de stockage des eaux pluviales ou d'effluents en raison du changement climatique, causant une contamination additionnelle des eaux de surface ; et
- Drainage rocheux acide et lixiviation des métaux.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'impact de la contamination des eaux de surface a été déterminé sur la base des infrastructures minières proposées et des matières premières utilisées dans le traitement du minerai. Orages et impacts du changement climatique.

4.2.3.10. Impact 10 – Diminution des eaux de surface

4.2.3.10.1. Caractéristiques de l'impact

La plus grande partie de l'eau de procédé du Projet proposé proviendra des opérations d'exhaure souterraines ; tel qu'indiqué plus haut, il y aura sans doute une surabondance d'eau souterraine – l'eau souterraine propre sera déversée dans les cours d'eau et l'eau sale retournera en souterrain par effet de percolation. En raison des besoins des travaux de construction, une petite quantité d'eau devra être captée dans les cours d'eau de la zone ; cette quantité sera toutefois minimale par rapport aux débits existants et ne devrait pas affecter la disponibilité d'eau de surface pour les communautés ainsi que la flore et la faune locales.

Des changements dans la quantité d'eau de surface pourraient se produire pendant la **phase de la construction** ; l'impact sera modéré, dans la direction **négative**, et sera causé par le captage d'eau de cours d'eau locaux.

Cet impact est classé négatif majeur avant les mesures d'atténuation et négatif faible après les mesures d'atténuation.

Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les activités spécifiques suivantes entraîneront une diminution de l'eau de surface. Captage d'eau pour les besoins des travaux de construction initiaux.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'impact du changement dans les quantités d'eau de surface a été déterminé sur la base d'une évaluation de l'utilisation de l'eau.

4.2.3.11. Impact 11 – Contamination de l'eau souterraine

4.2.3.11.1. Caractéristiques de l'impact

Cet impact sera majeur, dans la direction ***négative***, et pourrait se produire au cours des ***phases de la construction, de l'exploitation et de la mise hors service*** du Projet ; l'impact sera causé par l'infiltration dans le sol de contaminants provenant des infrastructures minières.

Des impacts sur l'eau souterraine pourraient être causés par l'infiltration d'eau contaminée dans les aquifères souterrains depuis les décharges de roches stériles, l'infrastructure d'entreposage des rejets, les concentrateurs, les zones d'entreposage de produits chimiques, les infrastructures d'entreposage des déchets généraux, les réseaux d'égouts, les déversements accidentels et les opérations minières.

La contamination pourrait également être causée par le drainage rocheux acide et la lixiviation des métaux provenant des zones souterraines, des stériles et des rejets. Sur la base du potentiel de génération d'acide spécifié dans le Code Minier de la RDC, le silt pyritique de Kamoa et la Diamictite supérieure constituent des rejets miniers présentant un risque élevé, pouvant nécessiter une barrière technique pour limiter les impacts sur l'environnement récepteur dans les environs des parcs à stériles proposés. Toutes les autres sources de rejets sont classées comme présentant un risque faible et ne nécessitent par conséquent aucune mesure de confinement ; ces rejets seront sans doute utilisés comme agrégats dans la construction de routes ou des murs de l'infrastructure d'entreposage des rejets. Kamoa prévoit qu'environ 60 000 tonnes de rejets provenant du silt pyritique de Kamoa et de la Diamictite supérieure seront générées à la mine Kansoko et sans doute une quantité similaire à la mine Kakula. Ces sources de drainage rocheux acide / de lixiviation des métaux pourrait entraîner une contamination locale de l'eau souterraine aux décharges de stériles et, potentiellement, dans les zones exposées des mines souterraines après la fermeture des sites.

L'évaluation indique par ailleurs que les rejets peuvent être classés comme rejets lixiviables; par conséquent, la lixiviation du Cu et du Fe pourrait avoir un impact sur les ressources en eau souterraine et en eau de surface si la conception et l'exploitation de l'infrastructure d'entreposage des rejets ne sont pas adéquates. Cet impact est classé négatif majeur avant les mesures d'atténuation et négatif faible après les mesures d'atténuation.

Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les activités spécifiques suivantes pourraient entraîner une contamination de l'eau souterraine :

- Évacuation des roches stériles (avec potentiel de drainage rocheux acide) dans les décharges dédiées, et utilisation dans la construction de l'infrastructure d'entreposage des rejets ;
- Drainage rocheux acide et lixiviation des métaux dans la géologie exposée, provoquant des effluents de faible qualité en provenance des décharges de roches stériles et de l'infrastructure d'entreposage des rejets;
- Des changements géochimiques et des altérations climatiques dans les décharges de roches stériles et l'infrastructure d'entreposage des rejets pourraient donner lieu à des changements dans la stabilité de ces infrastructures, avec pour résultat un risque d'érosion accru et une défaillance potentielle ;
- Évacuation des rejets des infrastructures de traitement du minerai vers la nouvelle infrastructure d'entreposage des rejets ; et
- Empilage des matériaux.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'impact de la contamination de l'eau souterraine a été déterminé sur la base des essais de drainage rocheux acide et de lixiviation des métaux, des infrastructures proposées pour l'évacuation des rejets miniers, et la nature des rejets miniers générés (stériles et rejets).

4.2.2.12. Impact 12 – Diminution de l'eau souterraine

4.2.3.12.1. Caractéristiques de l'impact

Une simulation de la baisse du niveau de l'eau souterraine dans l'aquifère de la Diamictite supérieure, au terme de l'exploitation minière (en 2047), a été effectuée au moyen du modèle hydrogéologique numérique décrit ci-dessous. Ce modèle a permis d'évaluer 4 scénarios distincts :

- Scénario 1 : infiltrations dans la mine souterraine de 1,5 L/s par km² d'exploitation après 30 ans (scénario optimiste) ;
- Scénario 2 : infiltrations dans la mine souterraine de 50 L/s par km² d'exploitation après 30 ans (scénario réaliste à pessimiste) ;
- Scénario 3 : infiltrations dans la mine souterraine de 140 L/s par km² d'exploitation après 30 ans (scénario irréaliste) ; et
- Scénario 4 : infiltrations dans la mine souterraine de 7 L/s par km² d'exploitation après 30 ans (probablement le scénario le plus réaliste).

La baisse du niveau de l'eau, évaluée avec la modèle pour chacun des scénarios, a été déterminée de la façon suivante :

Aquifère de la Diamictite supérieure : la modélisation indique que l'effet maximal des opérations d'exhaure sur l'aquifère de la Diamictite supérieure est :

- **Scénario 1 (scénario optimiste)** : faible (de l'ordre de 0,5 - 1 m maximum, à la fin de la durée de vie des mines (30 ans)) avec un retour à 0,1 m sous les niveaux initiaux 50 ans après la fermeture des mines ;
- **Scénario 2 (scénario réaliste à pessimiste)** : majeur (de l'ordre de 70 m maximum à la fin de la durée de vie des mines (30 ans)) avec un retour à 0,5 m sous les niveaux initiaux 50 ans après la fermeture des mines ;
- **Scénario 3 (scénario irréaliste)** : Grave (de l'ordre de 600 m maximum à la fin de la durée de vie des mines (30 ans)) avec un retour à 1,5 m sous les niveaux initiaux 50 ans après la fermeture des mines ; et
- **Scénario 4 (probablement le scénario le plus réaliste)** : Faible (de l'ordre de 8 m maximum à la fin de la durée de vie des mines (30 ans)) avec un retour à 0,3 m sous les niveaux initiaux 50 ans après la fermeture des mines.

Aquifère des grès de base : la modélisation indique que l'effet maximal des opérations d'exhaure sur l'aquifère des grès de base est :

- **Scénario 1 (scénario optimiste)** : faible (de l'ordre de 6 m maximum, à la fin de la durée de vie des mines (30 ans)) avec un retour à 0,25 m sous les niveaux initiaux 50 ans après la fermeture des mines ;
- **Scénario 2 (scénario réaliste à pessimiste)** : majeur (de l'ordre de 250 m maximum à la fin de la durée de vie des mines (30 ans)) avec un retour à 1 m sous les niveaux initiaux 50 ans après la fermeture des mines ;
- **Scénario 3 (scénario irréaliste)** : Grave (de l'ordre de 600 m maximum à la fin de la durée de vie des mines (30 ans)) avec un retour à 3 m sous les niveaux initiaux 50 ans après la fermeture des mines ; et
- **Scénario 4 (probablement le scénario le plus réaliste)** : Faible (de l'ordre de 38 m maximum à la fin de la durée de vie des mines (30 ans)) avec un retour à 2 m sous les niveaux initiaux 50 ans après la fermeture des mines.

Les effets de la baisse du niveau de l'eau, pour chacun des scénarios ci-dessus, peuvent s'étendre jusqu'à 10 km des sites miniers. Cette évaluation a été réalisée pour la zone de Kansoko, sur la base d'un plan de mine qui est en cours de modification. Cependant, il est probable qu'il n'y aura pas de changement significatif quant à l'impact de la diminution de l'eau souterraine.

Les communautés font usage d'eau souterraine dans la zone d'étude ; par ailleurs, l'eau souterraine alimente certains cours d'eau de la zone du Projet. Sur la base des principes de précaution, c'est le scénario 2 qui a été sélectionné pour l'évaluation de l'impact ; l'impact sera majeur, dans la direction **négative**, se produira au cours de la **phase de l'exploitation** et sera causé par l'exhaure des mines souterraines.

Cet impact est classé négatif majeur avant les mesures d'atténuation et négatif faible après les mesures d'atténuation.

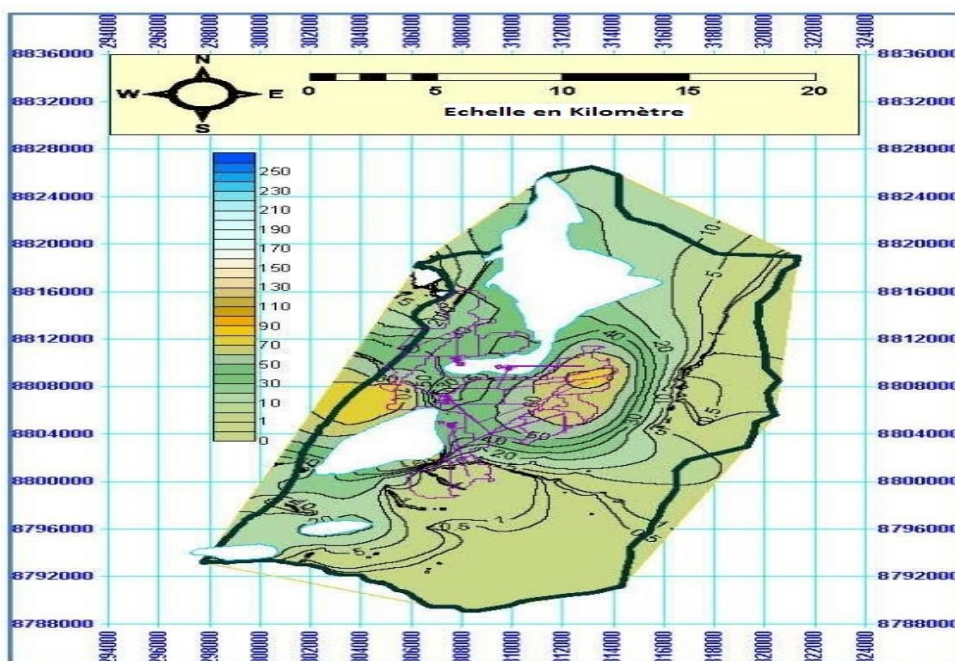


Figure 87: Simulation de la baisse du niveau de l'eau souterraine au terme de l'exploitation minière (en 2047) pour le scénario 2 dans l'aquifère de la Diamictite supérieure (Golder Associates)

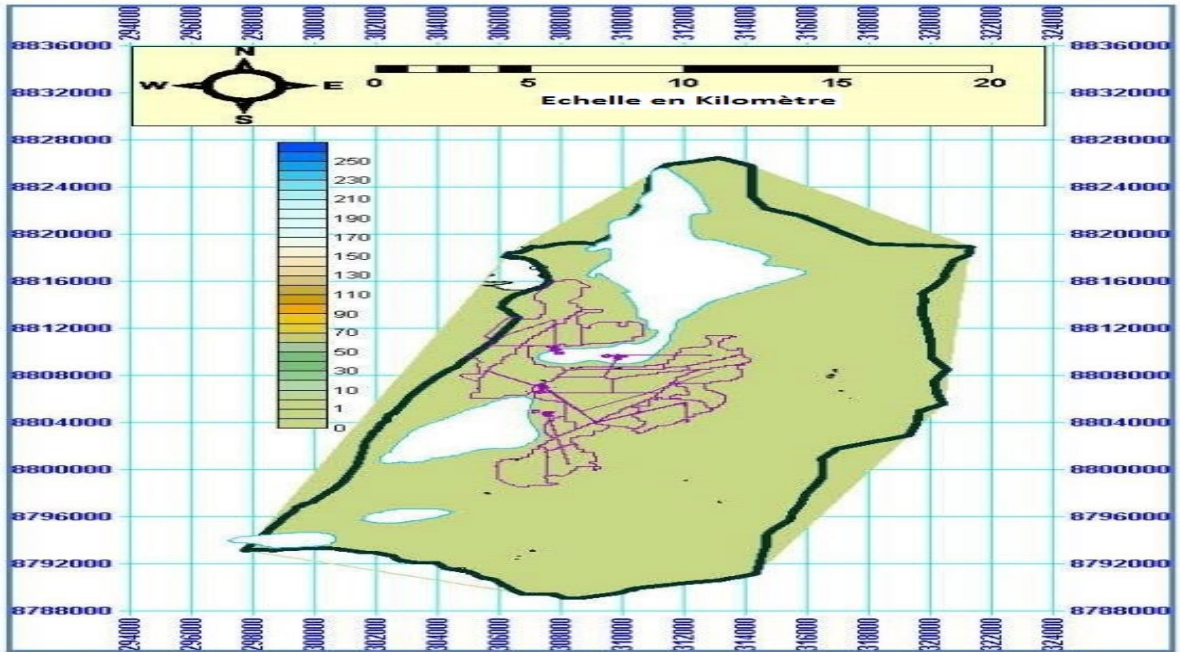


Figure 88: Simulation de la baisse du niveau de l'eau souterraine 50 ans après la fin de l'exploitation minière (en 2097) pour le scénario 2 dans l'aquifère de la Diamictite supérieure (Golder Associates)

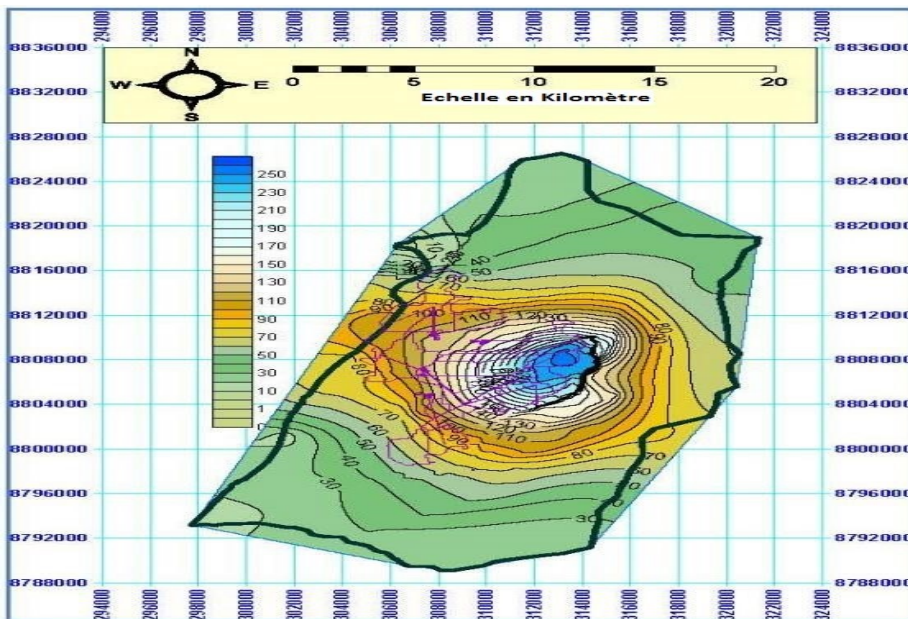


Figure 89: Simulation de la baisse du niveau de l'eau souterraine au terme de l'exploitation minière (en 2047) pour le scénario 2 dans l'aquifère des grès de base (Golder Associates)

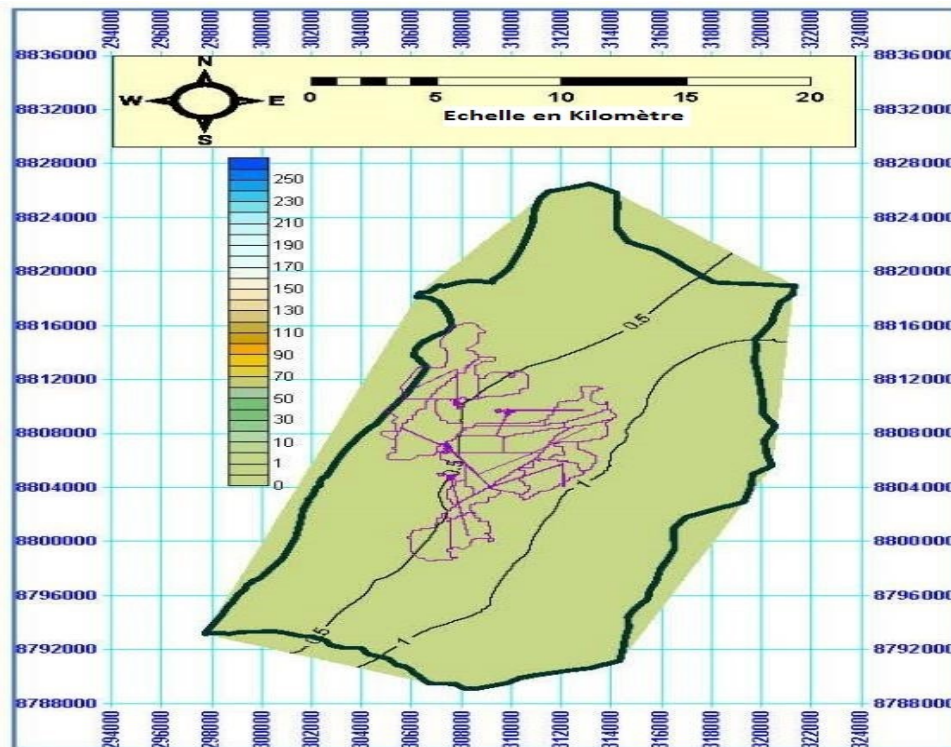


Figure 90: Simulation de la baisse du niveau de l'eau souterraine 50 ans après la fin de l'exploitation minière (en 2097) pour le scénario 2 dans l'aquifère des grès de base (Golder Associates)

Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les infrastructures spécifiques suivantes entraîneront une diminution de l'eau souterraine : Opérations d'exhaure des mines souterraines.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'impact de la diminution de l'eau souterraine a été déterminé au moyen de simulations de la baisse potentielle du niveau de l'eau causée par les opérations d'exhaure à la mine Kansoko, sur la base de plans de mine utilisant le modèle hydrogéologique dans cette étude. Une opinion professionnelle a été développée quant à l'étendue probable de la baisse du niveau de l'eau, sur la base du plan de mine probable pour Kansoko et Kakula, dont la mise à jour est actuellement en cours.

4.2.3.13. Impact 13 – Effets des radiations

4.2.3.13.1. Caractéristiques de l'impact

L'évaluation radiologique effectuée pour Kamoa indiquait que le niveau de radiation de référence à Kamoa était semblable aux normes naturelles globales, ne présentant aucun risque accru. Une exposition additionnelle aux radiations pourrait se produire dans les cas suivants :

- Mobilisation de sols et de sédiments contenant de la radioactivité vers des cours d'eau locaux dans le cadre des activités de construction ;
- Inhalation de poussières avec des particules en suspension contenant de la radioactivité, en raison des activités de construction ;
- Dépôt de poussières dans l'environnement local, contenant de la radioactivité en raison des activités de construction ;
- Inhalation de radon en raison de perturbations des sols / de la géologie de la zone causées par les activités de construction, qui facilite la libération de gaz radon ; et
- Contamination du sol et de la nourriture causée par un transfert d'activité depuis les sols vers des plantes qui servent de nourriture, de façon directe ou encore par le fourrage ou le pâturage. La contamination du sol est principalement associée à la contamination par l'irrigation (voir puce 1) et/ou le dépôt de poussières.

En raison du faible risque de radiation identifiée dans les études de référence, cet impact a été évalué comme négligeable, dans la direction ***négative*** ; l'impact pourrait se produire au cours des ***phases de la construction, de l'exploitation et de la mise hors service*** du Projet, et est causé par l'exploitation de matières radioactives.

Cet impact est classé négatif négligeable avant les mesures d'atténuation et négatif négligeable après les mesures d'atténuation.

Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les activités spécifiques suivantes pourraient présenter un risque à la santé des communautés et, de façon générale, à l'environnement :

Opérations d'exploitation minière souterraine qui libérerait du gaz radon ;

- Travaux de dégagement entraînant la mobilisation de sédiments contenant des matières radioactives vers des rivières ou autres cours d'eau ; et
- Augmentation des poussières (qui pourraient contenir des particules radioactives) en raison des activités minières.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'impact des effets de matières radioactives a été déterminé sur la base de la minéralogie du minerai à exploiter dans le cadre du Projet proposé ainsi que d'une évaluation des risques radiologique.

4.2.14. Degré de certitude de l'évaluation

Pour les impacts physiques évalués, sur la base de l'opinion professionnelle, de l'expérience et, lorsqu'applicable, d'une modélisation quantitative (par ex., pour la baisse du niveau de l'eau souterraine), le niveau de certitude est généralement de moyen à élevé quant aux prédictions des impacts décrites ci-dessus.

Tableau 134: Sommaire de l'évaluation des impacts environnementaux physiques

ID	Aspect	Phase / moment	Sommaire de l'impact	Caractérisation des impacts – avant les mesures d'atténuation									Caractérisation des impacts – après les mesures d'atténuation												
				Direction	Intensité	Étendue	Durée	Valeur de la composante affectée	Risqué pour les populations humaines	Ampleur des conséquences	Probabilité de survenance	Risqué global (ampleur x Probabilité)	Score (risqué global de l'impact)	Fréquence	Direction	Intensité	Etendue	Durée	Valeur de la composante affectée	Risqué pour les populations humaines	Ampleur des conséquences	Probabilité de survenance	Risqué global (ampleur x Probabilité)	Score (risqué global de l'impact)	Fréquence
ENV01	Topographie	Construction / exploitation / fermeture	Impacts topographiques provoqués par les décharges de roches stériles proposés près des portails d'accès de Kansoko et Kakula, le concentrateur de chacun des sites miniers et l'infrastructure d'entreposage des rejets située à Kakula. Affaissement	Requ	3	2	5	3	2	3	5	15	Mod	5	Requ	3	2	4	3	1	2,6	5	13	Mod	5

ENV06	Qualité de l'air	Construction / exploitation	Accroissement des poussières dans la zone locale en raison des véhicules, des travaux de construction, de la poussière provenant des zones exposées (infrastructure d'entreposage des rejets, décharges de roches stériles, sites des concentrateurs, zones des portails d'accès, routes de transport, etc.), des convoyeurs, des opérations de transfert / de chargement, des forages, des opérations de sautage et des zones de matières tout-venant	Requ	3	2	4	4	5	3,6	5	18	Maj	4	Requ	2	1	4	3	1	2,2	3	6,6	Fble	4
-------	------------------	-----------------------------	--	------	---	---	---	---	---	-----	---	----	-----	---	------	---	---	---	---	---	-----	---	-----	------	---

ENV07	Bruit	Construction/ exploitation	Augmentation du bruit en raison des travaux de construction, des opérations d'exploitation minière et de l'infrastructure de ventilateurs de mine en surface	Requ	3	2	4	5	5	3,8	4	15,2	Maj	4	Requ	2	1	4	3	1	2,2	4	8,8	Fble	4
ENV08	Vibrations	Construction/ exploitation	Vibrations dues aux opérations de sautage, de concassage, de broyage et de forage à chacun des sites miniers (Kansoko et Kakula)	Requ	2	2	4	4	4	3,2	4	12,8	Mod	4	Requ	1	2	4	2	2	2,2	4	8,8	Fble	4
ENV09	Eau de surface	Construction/ exploitation	Contamination de l'eau de surface due au déversement d'effluents depuis les sites miniers	Requ	3	3	4	4	5	3,8	4	15,2	Maj	4	Requ	1	1	4	4	1	2,2	3	6,6	Fble	4

ENV11	Eau souterraine	Construction/exploitation	Contamination de l'eau souterraine causée par des infiltrations d'hydrocarbures et autres contaminants stockés et utilisés aux sites miniers, par le lixiviat provenant de l'infrastructure d'entreposage des rejets et par le drainage rocheux acide des décharges de roches stériles	Requ	4	2	4	5	5	4	4	16	Maj	3	Requ	2	2	4	4	2	2,8	3	8,4	Fble	3
ENV12	Eau souterraine	Construction/exploitation	Diminution de l'eau souterraine disponible en raison des opérations d'exhaure dans les mines visant à faciliter les activités d'exploitation	Requ	5	2	4	4	4	3,8	4	15,2	Maj	3	Requ	2	2	4	4	4	3,2	2	6,4	Fble	3

ENV13	Radiations	Exploitation	L'exploitation de matières radioactives pourrait constituer un risque pour les personnes et l'environnement	Requ	1	2	5	4	5	3,4	1	3,4	Non	1	Requ	1	2	4	4	5	3,2	1	3,2	Non	1
-------	------------	--------------	---	------	---	---	---	---	---	-----	---	-----	-----	---	------	---	---	---	---	---	-----	---	-----	-----	---

4.3. Environnement biologique

Cette section identifie les impacts et les risques biologiques positifs et négatifs, directs ou indirects, associés au Projet, à l'intérieur du périmètre du Projet ainsi que dans les zones environnantes.

4.3.1. Détermination de la portée des impacts

Le Projet proposé (toutes les composantes) devrait produire les impacts biologiques suivants, qui seront abordés en détail plus bas :

- Diminution de la végétation en raison des activités de dégagement ;
- Contamination causée par des substances nocives ;
- Perturbations sensorielles causées par le bruit et les vibrations ;
- Dégradation écologique due à la diminution de la qualité de l'air ;
- Migration locale d'animaux ;
- Augmentation d'espèces exotiques et/ou invasives ;
- Dégradation écologique due à la présence humaine ;
- Dégradation des habitats aquatiques ;
- Diminution de la diversité et de l'abondance de la faune aquatique ; et
- Perte et fragmentation des habitats d'herbages riverains / de captage.

4.3.2. Critères d'évaluation

Les critères d'évaluation spécifiques utilisés pour déterminer l'intensité de l'ensemble des impacts biologiques sont les suivants :

Tableau 135: Critères d'évaluation des impacts biologiques

Intensité		Étendue	Durée	Valeur / capacité de la composante affectée	Risque pour les populations humaines	Probabilité	Fréquence
Classification	Biologique	Toutes les disciplines	Toutes les disciplines	Biologique	Toutes les disciplines	Toutes les disciplines	Toutes les disciplines
5 – Très élevée / inconnue	>50% de perte de l'écosystème ou de l'habitat dans la zone du Projet ou tout impact sur des espèces ou habitats critiques, en voie de disparition ou endémiques, ou sur des espèces protégées.	5 – Internationale/nationale (au-delà de la Province du Katanga ou transfrontalière)	5 - Permanent / post fermeture	Valeur extrêmement élevée pour la société, les milieux universitaires, les institutions de recherche ou les communautés - telle que définie dans les dossiers de consultation ou très sensible, avec aucune tolérance ou capacité assimilatrice pour l'impact en question ou espèce, habitat ou écosystème critique, en voie de disparition, endémique ou protégée à l'échelle internationale.	5 - Très élevé / inconnu (importante perte d'actifs (>50 %), ou blessure / effet sur la santé grave (danger de mort) nécessitant des soins hospitaliers pour une personne individuelle ou une communauté.	5 - Certitude / inconnue / probabilité >50 % / certitude / évaluation statistique basée sur la discipline.	5 - Continu
4 - Élevée	Affaiblissement significatif (>10 % et <50 %) de l'écosystème / de l'habitat dans la zone du Projet.	4 – Provinciale (toute la Province du Katanga)	4 – Long terme (>15 ans et jusqu'à la fin de l'exploitation)	Valeur élevée pour la société, les milieux universitaires, les institutions de recherche ou les communautés - telle que définie dans les dossiers de consultation ou Aucune tolérance ou capacité assimilatrice pour l'impact en question ou espèce, habitat ou écosystème protégé en RDC.	4 - Élevé (importante perte d'actifs (>25 %), ou blessure / effet sur la santé nécessitant des soins hospitaliers pour une personne individuelle ou une communauté.	4 - Très probable / probabilité >25 % et <50 % / évaluation statistique basée sur la discipline.	4 - Fréquent (quotidien)
3 – Modérée	Changement modéré dans les conditions de référence ou impact détectable sur les fonctions, les habitats ou les espèces de	3 – Régionale (District de Kolwezi)	3 – Moyen terme (>5 ans et <15 ans)	Valeur modérée pour la société, les milieux universitaires, les institutions de recherche ou les communautés - telle que définie dans les dossiers de consultation ou tolérance ou capacité assimilatrice modérée pour l'impact en question / espèces,	3 - Modéré (perte / blessure / effet sur la santé affectant plus d'une communauté locale) ou perte de <25 % des actifs pour une personne	3 – Moyenne / probabilité >10 % et <25 % / évaluation statistique basée sur la discipline.	3 - Fréquence moyenne (une fois par semaine)

	l'écosystème ou perte de < 10 % d'un type d'habitat dans la zone du Projet.			habitats et écosystèmes communs (non protégés).	individuelle ou une communauté.		
2 – Faible	Changement mineur dans les conditions de référence, mais sans impact sur les fonctions, les habitats ou les espèces de l'écosystème.	2 – Locale (zone tampon de 20 km autour du Projet)	2 – Court terme (<5 ans)	Valeur minime pour la société, les milieux universitaires, les institutions de recherche ou les communautés - telle que définie dans les dossiers de consultation ou tolérance ou capacité assimilatrice élevée pour l'impact en question ou espèces, habitats et écosystèmes communs (non protégés).	2 - Faible/mineur (perte / blessure / effet sur la santé mineure, n'affectant pas plus d'une communauté locale).	2 - Faible / possible dans des circonstances accidentelles / probabilité >1 % et <10 % / évaluation statistique basée sur la discipline.	2 – Peu fréquent (une fois par mois)
1 – Mineure	Aucun impact / léger changement dans les conditions de référence – presque indétectable	1 – Limitée au site (infrastructures du Projet)	1 – Immédiat, puis se dissipe	Aucune valeur pour la société, les milieux universitaires, les institutions de recherche ou les communautés - telle que définie dans les dossiers de consultation ou tolérance ou capacité assimilatrice extrêmement élevée pour l'impact en question.	1 - Mineur (perte / blessure / effet sur la santé mineure, affectant une personne individuelle).	1 - Improbable (probabilité <1 %, 1 fois aux 100 ans) / évaluation statistique basée sur la discipline.	1 – Rare (une fois par année)

4.3.3.1. Impact 1 – Défrichage de la végétation

4.3.3.1.1. Caractéristiques de l'impact

L'impact du dégagement de la végétation se produira au cours de la **phase préconstruction** et possiblement de la **phase de la construction**, selon le calendrier du Projet. L'impact sera négatif et sera causé par **l'exploitation minière et les méthodes utilisées pour l'exploitation minière**.

En raison de la nature des opérations d'exploitation minière et des méthodes utilisées, les activités de dégagement de la végétation sont inévitables. (Ceci est le cas à Kasonko où les infrastructures du Projet ont été déjà construites) Ces activités pourraient entraîner, par mégarde, la perte d'espèces qui doivent être préservées dans la zone du Projet (par exemple, les espèces figurant sur la Liste rouge). Avec des mesures de réhabilitation appropriées, cet impact devrait pouvoir être significativement réduit aux phases de la mise hors service et post-fermeture.

4.3.3.1.2. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les activités associées au Projet de cuivre de Kamoia susceptibles d'avoir un impact sur la diversité des espèces terrestres, l'intégrité écologique et les habitats d'importance particulière comprenant le dégagement des terres entraînant des pertes dans les écosystèmes terrestres.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

Le dégagement de la végétation un impact à transformation totale ; une perte de 100 % de la végétation et des habitats fauniques associés est donc prévue dans les zones affectées.

En raison de la nature de cet impact (transformation totale), le pourcentage de perte de chaque communauté végétale, basé sur des calculs effectués au moyen du Système d'information géographique (SIG), a été utilisé comme indication de l'ampleur de l'impact ; de la même manière, la sensibilité d'un habitat donné a été utilisée comme indication de l'intensité.

4.3.3.2. Impact 2 – Contamination par des substances nocives

4.3.3.2.1. Caractéristiques de l'impact

L'impact de la contamination par des substances nocives pourra se produire au cours de **l'ensemble des phases du Projet**. Cet impact sera **négatif** et sera causé par les travaux de construction ainsi que **les opérations et procédés d'exploitation minière**.

Le déversement de substances nocives ou toxiques peut avoir différents impacts sur la faune et la flore de la zone. Les modes d'impact directs comprennent : ingestion de ces substances par un animal, entraînant une toxicité chez l'individu ; pénétration de produits

chimiques toxiques dans les racines de plantes, entraînant une toxicité dans la végétation ; et pénétration de produits chimiques dans les plantes et les animaux à la suite de contacts (par la peau, les feuilles ou les tiges). Les modes d'impact indirects comprennent : ingestion de plantes ou d'animaux contaminés par des herbivores ou des espèces prédatrices. La prédation d'animaux contaminés par d'autres animaux ou par les humains est fréquente ; la toxicité présente chez les animaux contaminés les rend plus lents et moins à même de s'enfuir.

4.3.3.2.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les activités associées au Projet de Kamoia - Kakula susceptibles d'avoir un impact sur la diversité des espèces terrestres, l'intégrité écologique et les habitats d'importance particulière comprennent les suivantes :

Contamination des sols et des sources d'eau causée par des déversements accidentels et/ou la contamination de piles de stockage, les décharges de roches stériles et/ou l'infrastructure d'entreposage des rejets.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'impact de la contamination dans la zone a été déterminé sur la base d'une évaluation du potentiel de drainage rocheux acide et de lixiviation des métaux à l'infrastructure d'entreposage des rejets et haldes à stériles, des produits chimiques utilisés et de l'expérience passée dans des sites miniers similaires.

4.3.3.3. Impact 3 – Perturbations sensorielles dues au bruit et aux vibrations

4.3.3.3.1. Caractéristiques de l'impact

L'impact des perturbations sensorielles dues au bruit et aux vibrations pourrait se produire au cours de **toutes les phases du Projet** ; cet impact sera **négatif** et sera causé par **les opérations d'exploitation minière et les méthodes d'exploitation utilisées**.

Le bruit et les vibrations auront un effet significatif, particulièrement sur la faune se trouvant dans les environs immédiats des mines, des routes de transport, des usines de traitement et des décharges de stériles, en raison des équipements lourds utilisés pour l'extraction et le transport du minerai. Les vibrations peuvent affecter plusieurs espèces fauniques souterraines, par exemple les mammifères fouisseurs, les reptiles et les arthropodes. Les vibrations peuvent entraîner l'effondrement de terriers et forcer les animaux affectés à quitter la zone (Brodziewska, 2005).

Le bruit peut également affecter plusieurs espèces fauniques, notamment l'avifaune, les mammifères, les reptiles, les amphibiens et les arthropodes. L'avifaune, particulièrement les oiseaux chanteurs, et les amphibiens auront plus de difficulté à trouver un partenaire dans une zone bruyante ; les mammifères, les reptiles et les arthropodes peuvent être

perturbés par le bruit et par conséquent quitter la zone (Brumm, 2004; Canaday et Rivadeneyra, 2001).

4.3.3.3.1.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les activités associées au Projet de Kamoia – Kakula susceptibles d'avoir un impact sur la diversité des espèces terrestres, l'intégrité écologique et les habitats d'importance particulière comprenant les bruit et vibrations provoqués par les activités minières et de construction, causant des perturbations sensorielles.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

Pour déterminer l'intensité de l'impact, une zone tampon de 3 km a été établie autour de l'ensemble des infrastructures du Projet (il s'agit de la distance maximale à laquelle le bruit et les vibrations sont perceptibles par l'humain – se référer à l'étude sur le bruit et les vibrations). Il a été tenu pour acquis que la faune présente dans cette zone tampon sera affectée par les activités minières et de construction.

4.3.3.4. Impact 4 – Dégradation écologique due à la diminution de la qualité de l'air

4.3.3.4.1. Caractéristiques de l'impact

L'impact de la dégradation écologique due à la qualité de l'air pourrait se produire au cours de toutes les phases du Projet. Cet impact sera ***néгатif*** et sera causé par ***les opérations d'exploitation minière et les méthodes utilisées***.

Un accroissement de la poussière atmosphérique pourrait se produire dans les environs des zones minières et des infrastructures associées. La poussière pourrait être causée par les opérations de sautage, le mouvement d'équipements lourds sur les routes de transport ou des routes de gravier, les infrastructures de concassage et les sites de rejets. Les niveaux de poussière de la zone augmenteront nettement pendant la saison sèche en raison de la nature du sol de la région, qui est formé de particules très fines. La poussière se déposant sur la végétation pourrait avoir l'effet de réduire la quantité de lumière qui atteint la chlorophylle dans les feuilles, diminuant ainsi le processus de photosynthèse et réduisant la productivité, la croissance et le recrutement des plantes.

Cet impact est classé négatif modéré avant les mesures d'atténuation et négatif modéré après les mesures d'atténuation.

4.3.3.4.2. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les activités associées au Projet de Kamoia - Kakula susceptibles d'avoir un impact sur la diversité des espèces terrestres, l'intégrité écologique et les habitats d'importance particulière comprenant les émissions de poussières et d'air provenant des activités minières et de construction, notamment le trafic d'équipements et la poussière de l'infrastructure d'entreposage des rejets, affectant la flore et la faune.

a. *Nature de l'impact*

a.1. Méthodes d'évaluation

Les résultats de l'évaluation de la qualité de l'air ont été utilisés pour informer l'évaluation de cet impact.

4.3.3.5. Impact 5 – Migration locale d'animaux

4.3.3.5.1. Caractéristiques de l'impact

L'impact de la migration locale d'animaux pourrait se produire au cours de toutes les phases du Projet. Cet impact sera **négatif** et sera causé par **les opérations d'exploitation minière et les méthodes d'exploitation utilisées**.

Les migrations locales de la faune dans la zone pourraient être affectées par les zones d'exploitation minière et les infrastructures associées ; en effet, ces zones forment un obstacle pour les animaux migratoires (infrastructures de rejets) et peuvent réduire les chances de survie pendant la migration en raison de collisions avec des véhicules sur les routes de transport.

Cet impact est classé négatif modéré avant les mesures d'atténuation et négatif négligeable après les mesures d'atténuation.

4.3.3.5.2. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les activités associées au Projet de Kamoia - Kakula susceptibles d'avoir un impact sur la diversité des espèces terrestres, l'intégrité écologique et les habitats d'importance particulière comprennent les suivantes : Obstacles créés par les infrastructures linéaires, empêchant la migration locale de la faune.

a. *Nature de l'impact*

a.1. Méthodes d'évaluation

La nature de cet impact a été déterminée sur la base d'une évaluation des infrastructures du Projet par rapport à l'accès et aux voies de migration prévus par la faune identifiée dans l'étude de référence.

4.3.3.6. Impact 6 – Augmentation des espèces exotiques et/ou invasives

4.3.3.6.1. Caractéristiques de l'impact

L'impact d'une augmentation des espèces exotiques et/ou invasives pourrait se produire en cours de toutes les phases du Projet. L'impact sera **négatif** et sera causé par **les opérations d'exploitation minière et les méthodes utilisées**.

Les travaux de dégagement de la végétation naturelle créeront des zones susceptibles d'être colonisées par des espèces exotiques et/ou déclarées invasives. Les camions et les routes de transport peuvent propager des matériaux comme des graines, etc. dans ces zones dégagées, augmentant ainsi le risque de colonisation par des espèces exotiques.

Les activités anthropogéniques (humaines) peuvent également créer des niches pour la faune exotique (chats sauvages, souris, martins tristes et rats), qui peut concurrencer ou se nourrir des espèces indigènes.

Cet impact est classé négatif modéré avant les mesures d'atténuation et négatif modéré après les mesures d'atténuation.

4.3.3.6.2. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les activités associées au Projet de Kamoia - Kakula susceptibles d'avoir un impact sur la diversité des espèces terrestres, l'intégrité écologique et les habitats d'importance particulière comprennent les suivantes :

Trafic et afflux entraînant une augmentation des espèces de flore ou de faune exotique / invasives, affectant les habitats locaux.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

Une augmentation des espèces exotiques et/ou invasives est plus probable le long des routes de transport ou d'autres zones écologiquement relativement stériles ; cet aspect a été pris en compte et l'intensité de cet impact a été ajustée en conséquence. Les niveaux d'infestation actuels et le nombre d'espèces exotiques présentes dans la zone ont également été intégrés à l'évaluation de l'impact.

4.3.3.7. Impact 7 – Dégradation écologique due à la présence humaine

4.3.3.7.1. Caractéristiques de l'impact

L'impact d'une augmentation des espèces exotiques et/ou invasives pourrait se produire en cours de toutes les phases du Projet. L'impact sera ***négatif*** et sera causé par ***les opérations d'exploitation minière et les méthodes utilisées***.

L'accès à des zones auparavant inaccessibles pourrait avoir un impact majeur lorsque l'exploitation minière sera réalisée à grande échelle. Cet accès plus aisé pourrait entraîner l'enlèvement d'espèces indigènes pour servir de nourriture, de médicaments traditionnels, etc., pouvant causer une surutilisation des ressources par une population croissante. L'afflux potentiel de personnes recherchant un emploi et le développement de structures résidentielles / de services informels à proximité du Projet pourrait accroître la demande pour des produits et services et ainsi faire augmenter les espèces exotiques et invasives.

4.3.3.7.2. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les activités associées au Projet de Kamoia - Kakula susceptibles d'avoir un impact sur la diversité des espèces terrestres, l'intégrité écologique et les habitats d'importance particulière comprennent les suivantes :

Aménagement de routes d'accès, facilitant l'accès à des zones auparavant inaccessibles et accroissant la pression sur les habitats terrestres existants.

a. *Nature de l'impact*

a.1. Méthodes d'évaluation

Les niveaux actuels de dégradation dus à une surutilisation ont servi à titre d'étalon pour déterminer les impacts susceptibles d'être causés par un accès facile à des zones auparavant inaccessibles.

4.3.3.8. Impact 8 – Dégradation des habitats aquatiques

4.3.3.8.1. Caractéristiques de l'impact

L'impact d'une augmentation des espèces exotiques et/ou invasives pourrait se produire en cours de toutes les phases du Projet. L'impact sera ***négalif*** et sera causé par ***les opérations d'exploitation minière et les méthodes utilisées***.

La variation des tailles de sédiments au fond des habitats aquatiques (substrats) peut déterminer à la fois l'abondance et la diversité des biotes (une taille de sédiment stable favorise la diversité et une plus grande abondance ; CBD, 2012). Un substrat mixte comporte généralement une plus grande variété d'habitats et de micro flux disponibles pour différents biotes, différentes espèces ayant des besoins différents en matière d'habitat. Une rivière à l'eau claire comporte une gamme d'habitats pour différentes espèces ayant des préférences et des comportements différents.

4.3.3.8.2. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Tout changement dans l'habitat aquatique affectera les biotes qui y sont présents. Ces changements, qu'il s'agisse d'une modification de disponibilité, de qualité ou de quantité, pourraient être causés par les activités suivantes :

1. Construction :

- Perturbation et modification des chenaux des cours d'eau :
- Dégagement de la végétation en vue de l'aménagement d'infrastructures, ayant l'effet d'exposer des sols sujets à l'érosion ;
- Les travaux de terrassement réalisés dans ou autour des macro-chenaux causeront des perturbations à la stabilité des rives et aux substrats. Les sols exposés sont vulnérables à l'érosion et au ruissellement ; et
- Enlèvement ou détournement des chenaux de cours d'eau (y compris au moyen de caniveaux).

Changements dans les débits d'eau en aval :

- Le ruissellement depuis des zones imperméables dégagées augmentera les débits et la vitesse de l'eau, avec peu d'atténuation ; et
- Les traversées de cours d'eau, nécessitant des ponts ou ponceaux, affecteront la dynamique et l'hydraulique des débits.

Changements dans la qualité de l'eau de surface :

- De l'eau souterraine ou de surface ayant été affectée par les activités minières pourrait se déverser dans les cours d'eau.

2. Exploitation :

Perturbation et modification des chenaux de cours d'eau :

- Dégagement de la végétation et travaux de terrassement (nivellement) en vue de l'aménagement d'infrastructures et d'activités minières ; et – Routes, convoyeurs et ponceaux.

Changements dans les débits d'eau en aval :

- Le ruissellement depuis des zones imperméables dégagées augmentera les débits et la vitesse de l'eau, avec peu d'atténuation (gestion des eaux pluviales).

Changements dans la qualité de l'eau de surface :

- De l'eau souterraine ou de surface ayant été affectée par les activités minières pourrait se déverser dans les cours d'eau ; et
- Déversements opérationnels et déchets générés sur site.

3. Mise hors service :

Perturbation et modification des chenaux de cours d'eau :

- Travaux de terrassement aux fins de terrassement.

Changements dans la qualité de l'eau de surface :

- De l'eau souterraine ou de surface ayant été affectée par les activités minières pourrait se déverser dans les cours d'eau.

4. Post-fermeture :

Perturbation et modification des chenaux de cours d'eau :

- Les infrastructures restantes comme l'infrastructure d'entreposage des rejets et les décharges de roches stériles pourraient constituer un problème en raison de la perte de captage.

Changements dans la qualité de l'eau de surface :

- Toute contamination potentielle de l'eau souterraine, ou lixiviat provenant des décharges.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

La perturbation et la modification des chenaux de cours d'eau ont été déterminées d'une analyse SIG (Système d'information géographique, ou « GIS »).

Le réseau fluvial et l'emplacement des infrastructures (plan de mine) ont été combinés et évalués par rapport aux traversées potentielles et aux perturbations associées.

4.3.3.9. Impact 9 – Diminution de la diversité et de l'abondance de la faune aquatique

4.3.3.9.1. Caractéristiques de l'impact

L'impact de la diminution de la diversité et de l'abondance de la faune aquatique pourrait se produire au cours de toutes les phases du Projet. Cet impact sera **négatif** et sera causé par les **opérations de construction et d'exploitation minière**.

Les macros invertébrés aquatiques et les communautés de poissons, où l'on constate rapidement des réactions aux changements dans différents paramètres environnementaux et physicochimiques, servent souvent d'indicateurs de la santé des cours d'eau. Différentes espèces ont des besoins différents en matière d'habitat ; les niveaux de tolérance peuvent être affectés par la vitesse de l'eau, la classe de profondeur, les débits, la qualité de l'eau, les substrats et le couvert végétal. La modification de ces différents aspects crée généralement des changements dans la structure des communautés de poissons et dans l'abondance globale des biotes.

Toute activité minière susceptible de modifier les conditions existantes dans les cours d'eau pourrait ainsi affecter les macroinvertébrés aquatiques ainsi que la diversité et l'abondance des poissons.

Cet impact est classé négatif faible avant les mesures d'atténuation et négatif faible après les mesures d'atténuation.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation a

Le risque global de cet impact a été déterminé en évaluant les espèces présentes dans les trois rivières de la zone du Projet et les changements qui pourraient être causés par les activités minières dans ces secteurs.

4.3.3.10. Impact 10 – Perte et fragmentation des habitats d'herbages riverains / de captage

4.3.3.10.1. Caractéristiques de l'impact

L'impact d'une augmentation des espèces exotiques et/ou invasives pourrait se produire en cours de toutes les phases du Projet. L'impact sera **négatif** et sera causé par **les opérations d'exploitation minière et les méthodes utilisées**.

Les activités minières générales (y compris les opérations souterraines), les travaux de dégagement pour permettre l'accès et d'infrastructures (y compris les bancs d'emprunt et les barrages) peuvent entraîner la perte directe et la fragmentation des habitats riverains / de captage de différentes manières :

- Interception et confinement des eaux de ruissellement et des infiltrations, occasionnant des effets d'érosion et d'incision dans les herbages de captage et les systèmes de drainage existants, en plus de créer des voies d'écoulement préférentiels qui modifient l'écoulement naturel et, dans certains cas, contribuent à diriger les débits d'eaux pluviales vers les zones riveraines et les terres humides ;
- Mobilisation de sédiments depuis les routes ;
- Perturbation du sol dans la partie supérieure des zones de captage, causée par les routes qui les traversent : enlèvement de la végétation, et sol plus meuble et sujet à l'érosion ; et
- La modification des débits pourrait éventuellement avoir un impact sur les habitats riverains et, dans certains cas, inonder les habitats de zones boisées ou de terres humides associés plus particulièrement aux herbages de captage.

Les forages d'exploration peuvent entraîner un dépôt de boue et de sédiments, la contamination du site par les huiles et les lubrifiants ainsi que des changements topographiques locaux – causant éventuellement une perte localisée de végétation et de biodiversité, en particulier dans les habitats riverains et les herbages de captage pyrophytiques.

Mauvais entretien des lieux et manutention/évacuation inadéquate des déchets solides, causant une contamination de l'eau de surface et de subsurface dans les zones de terres humides, les habitats riverains et les herbages de captage pyrophytiques.

La contamination provenant des opérations souterraines ainsi que des déversements éventuels d'hydrocarbures, de produits chimiques et autres déchets dangereux pourrait entraîner la contamination de l'eau de surface et de subsurface, qui pourrait à son tour avoir des impacts directs sur les terres humides, les zones riveraines et/ou les herbages de captage pyrophytiques, en plus d'effets indirects sur les systèmes aquatiques en aval.

Il existe un risque de libération d'eau polluée de l'infrastructure d'entreposage des rejets et du barrage de contrôle de la pollution, ce qui pourrait contaminer les cours d'eau ainsi que les zones riveraines et les herbages de captage pyrophytiques.

Les perturbations et procédés associés aux opérations d'exploitation du cuivre pourraient entraîner une détérioration du fonctionnement de l'écosystème en raison de la bioaccumulation de matières radioactives, de métaux lourds et d'autres polluants dans les terres humides et les zones riveraines. Bien que certains types de terres humides puissent avoir l'effet de confiner et stocker certains de ces polluants, il existe tout de même un risque de préjudice à l'écosystème.

Cet impact est classé négatif majeur avant les mesures d'atténuation et négatif modéré après les mesures d'atténuation.

4.3.3.10.2. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les activités suivantes auront un impact sur l'environnement :

- Construction de routes d'accès ;
- Forages d'exploration ;
- Travaux de dégagement aux fins d'accès au site et d'aménagement d'infrastructures ;
- Aménagement de bancs d'emprunt ;
- Construction, exploitation et gestion d'infrastructures ;
- Mauvais entretien des lieux ;
- Construction d'un barrage de contrôle de la pollution ;
- Entreposage et manutention de matières / de produits chimiques dangereux ;
- Déversements d'hydrocarbures, de produits chimiques, de déchets dangereux et/ou de produits ;
- Gestion et évacuation des eaux usées et autres déchets liquides non dangereux/chimiques ;
- Construction d'un barrage de stockage d'eau brute ;
- Mise en place de piles de stockage;
- Construction du parc à rejets des mines ;
- Procédés associés à l'exploitation du cuivre ; et
- Opérations minières souterraines.

a. Nature de l'impact

a.1.Méthodes d'évaluation

L'approche suivie consistait à caractériser les terres humides associées au Projet proposé au moyen de la cartographie et du fonctionnement, de l'importance et de la sensibilité écologiques, en plus des fonctions existantes à l'échelle locale et régionale. Une cartographie des zones riveraines a été réalisée pour mieux comprendre l'hydrologie locale et les interactions avec les composantes abiotiques et biotiques des écosystèmes de surface.

4.3.3.11. Degré de certitude de l'évaluation

En raison de la complexité des systèmes écologiques, il n'est pas possible de réaliser une étude comme celle-ci avec un degré de certitude très élevé. Cela étant dit, des écologistes d'expérience peuvent déterminer, avec un haut degré de confiance, les impacts possibles avant et après des mesures d'atténuation. Un degré de certitude de moyen élevé a été attribué aux prévisions d'impacts décrites ci-dessus.

4.3.3.12. Sommaire de l'évaluation des impacts biologiques
Tableau 136: Sommaire de l'évaluation des impacts biologiques

ID	Aspect	Phase moment	Sommaire de l'impact	Caractérisation de l'impact – avant les mesures d'atténuation											Caractérisation de l'impact – après les mesures d'atténuation												
				Direction	Intensité	Étendue	Durée	Valeur de la composité affectée	Risqué pour les populations humaines	Ampleur des conséquences	Probabilité de survenance	Risqué global (ampleur x Probabilité)	Score (risqué global de l'impact)	Fréquence	Direction	Intensité	Étendue	Durée	Valeur de la composité affectée	Risqué pour les populations humaines	Ampleur des conséquences	Probabilité de survenance	Risqué global (ampleur x Probabilité)	Score (risqué global de l'impact)	Fréquence	Direction	Intensité
BIO 1	Écologie terrestre	Préconstruction et construction	Dégagement de la végétation	Require	3	1	4	3	3	2,8	5	14	M	5	PR	Require	2	1	2	3	3	2,2	2	4,4	M	5	PR
BIO 2		Contamination de substances nocives	Require	4	1	2	3	4	2,8	4	11	M	2	ER	Require	1	1	1	3	4	2	3	6	M	1	PR	
BIO 3		Préconstruction, construction et exploitation	Perturbations sensorielles (bruit et vibrations)	Require	3	1	3	3	3	2,6	4	10	M	4	ER	Require	2	1	2	3	3	2,2	3	6,6	M	4	ER
BIO 4		Dégradation écologique due à la diminution de la qualité de	Require	3	2	2	3	5	3	5	15	M	4	ER	Require	2	1	2	3	2	2	4	8	M	5	PR	

4.4. Environnement sociologique

4.4.1. Détermination de la portée des impacts

Le Projet proposé devrait produire les impacts sociaux suivants:

- Déplacement physique et économique de ménages ;
- Possibilités d'emploi ;
- Possibilités de développement des communautés et de développement des compétences ;
- Avantages économiques directs et indirects liés aux dépenses en capital, aux coûts d'exploitation, aux impacts fiscaux et aux salaires ;
- Afflux de populations entraînant une demande et une pression accrue sur les terres et les ressources naturelles ;
- Augmentation de la population et de l'activité économique, entraînant des impacts sur les instances de gouvernance, la capacité administrative et la capacité locale et régionale à livrer les infrastructures et services de base ;
- Afflux de travailleurs de la construction temporaires et permanents ;
- Impacts sur la santé des communautés causés par l'afflux de populations (augmentation des pathologies sociales) ;
- Impacts sur la santé des communautés causés par les impacts environnementaux en matière de qualité
 - de l'air, de qualité de l'eau et de bruit ;
- Impacts sur la sécurité des communautés causés par l'accroissement du trafic ;
- Restrictions et/ou perte de routes d'accès ;
- Impacts sur le potentiel / les moyens de subsistance agricoles ;
- Changements dans l'identité culturelle ;
- Impacts sur le coût de la vie (inflation) ; et
- Potentiel accru de conflit.

4.4.2 Impact 1 – Déplacement physique et économique

4.4.2.1. Caractéristiques de l'impact

L'impact du déplacement physique et économique se produira au cours de la **phase de préconstruction** et potentiellement de la **phase de construction**, selon les calendriers du Projet. Cet impact sera négatif et sera causé par **l'ensemble des infrastructures de surface du Projet**.

Pour la mine de Kansoko, une superficie de 7 km² devrait être clôturée pour la plupart des infrastructures de surface prévues. Cette zone a fait l'objet d'une étude en 2016 et des indemnités ont été versées aux particuliers et aux collectivités pour la perte de cultures, de champs et d'accès à ces terres. Aucune Délocalisation/relocalisation physique n'est nécessaire pour la mine de Kansoko et aucun site de sépulture n'a été identifié à l'intérieur de la clôture du périmètre prévue.

Pour la mine Kakula, une superficie de 21 km² devrait être clôturée pour la plupart des infrastructures de surface prévues. 45 ménages ont été évalués dans la zone en 2016 et une enquête complète a été effectuée sur toutes les structures appartenant à ces 45 ménages. La compensation et le processus de Délocalisation/relocalisation doivent encore être déterminés en consultation avec les personnes touchées.

En 2017, il était prévu d'effectuer une étude détaillée de tous les champs à l'intérieur de la clôture prévue et de compléter la compensation avant la construction de la clôture. Aucun site de sépulture n'a été identifié à l'intérieur de la clôture du périmètre prévue pour la mine de Kakula, mais un cimetière a été identifié dans la zone de Kakula, directement au-dessus de la zone minière, qui pourrait être touchée par l'exploitation souterraine.

Le déplacement physique signifie une relocalisation ou la perte d'un toit. Le Projet provoquera des déplacements physiques en raison de la perte d'habitations et la relocalisation de ménages dans un autre site (à être défini au cours de la planification des relocalisations).

Le déplacement économique signifie la perte d'actifs productifs, de droits de jouissance ou de capacités de subsistance parce que ces actifs/droits/capacités se trouvent dans des zones nécessaires au Projet. Les actifs économiques comprennent les parcelles et le contenu des parcelles (par ex., arbres, cultures alimentaires, cultures de rente et cultures forestières) détenus par les ménages en vertu de droits coutumiers. Le Projet provoquera des déplacements économiques en raison de la perte de champs, sources de revenu pour la majorité des ménages (cultures agricoles ou production de charbon de bois), et de la perte de l'accès aux ressources naturelles, qui permettent aux ménages de se procurer de la nourriture additionnelle et des médicaments traditionnels, d'avoir accès à une alimentation en énergie et en eau, et de se procurer des matériaux traditionnels pour la construction d'habitations. La portée des déplacements économiques comprendra sans doute l'ensemble des ménages sujets à un déplacement physique ainsi que quelques ménages additionnels dont les actifs économiques sont situés hors de la zone du Projet.

Les recherches effectuées sur les relocalisations ont démontré que ces déplacements provoquent souvent un appauvrissement des ménages et des communautés affectées. Les risques spécifiques de la relocalisation comprennent les suivants :

- **Privation de terres** : la perte de terres fera augmenter la pression sur les terres qu'il reste aux ménages (le cas échéant) et les autres terres disponibles dans la région. La privation de terres est souvent la principale forme d'appauvrissement des ménages ruraux déplacés ;
- **Privation de toit** : la perte de l'hébergement n'est souvent que temporaire pour beaucoup de déplacés, mais pour certains cette situation peut devenir chronique et peut être ressentie comme une perte d'identité et un appauvrissement culturel ;
- **Marginalisation** : les ménages peuvent perdre leur pouvoir économique et ne pas être en mesure d'utiliser leurs compétences acquises lorsqu'elles se retrouvent dans un nouveau lieu ; cette situation peut entraîner une marginalisation sociale et un déclin du statut social ;

- **Insécurité alimentaire** : la relocalisation peut entraîner une diminution dans la disponibilité de nourriture et affecter l'approvisionnement local en nourriture. Une dépendance sur les terres pour obtenir de la nourriture a été observée pendant les études de référence ; par ailleurs, le manque de nourriture tend à être exacerbé par la relocalisation. La dépendance sur le manioc, qui constitue l'un des principaux aliments, accroît les risques pour la sécurité alimentaire chez les ménages relocalisés, les récoltes ne pouvant se faire que trois ans après les premières semences ;
- **Perte de l'accès aux biens et aux services communautaires** : la relocalisation peut causer une perte de l'accès aux forêts, aux plans d'eau, aux cimetières, aux sites sacrés ainsi qu'aux services comme les soins de santé et les écoles, ce qui présente le risque d'entraîner une détérioration des niveaux de revenu et de subsistance ; et
- **Désarticulation sociale** : la relocalisation peut causer le démantèlement des structures communautaires, les associations, les familles et autres réseaux et groupes susceptibles d'apporter une aide, entraînant ainsi une perte de capital social et un accroissement des risques d'appauvrissement et de conflits sociaux.

Les risques liés à la relocalisation sont particulièrement élevés pour les groupes vulnérables, qui n'ont souvent pas de revenu adéquat ou un soutien familial ou communautaire pour les aider à gérer les impacts de la relocalisation, accroissant ainsi les niveaux de pauvreté. Les données de référence indiquent de faibles niveaux de revenu dans toute la zone du Projet ; ces données montrent également qu'une grande partie de la population est âgée de moins de 15 ans et que beaucoup de ménages sont dirigés par des femmes, signe du statut vulnérable de plusieurs ménages, qu'il faudra prendre en considération pendant la relocalisation.

cet impact est classé négatif grave avant les mesures d'atténuation et négatif majeur après les mesures d'atténuation, et devra donc faire l'objet d'une attention particulière de la part de la direction lors de la mise en œuvre de mesures d'atténuation.

4.4.2.2. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les opérations spécifiques suivantes entraîneront un déplacement physique et économique :

- Clôture des zones minières de Kakula et Kansoko, qui deviendront des zones d'exclusion ;
- Aménagement de l'infrastructure d'entreposage des rejets ; et
- Aménagement de lignes de transport d'électricité et de routes d'accès.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'impact des déplacements physiques et économiques a été déterminé sur la base de l'emplacement des infrastructures du Projet, des indications préliminaires quant aux impacts environnementaux (bruit, qualité de l'air, etc.) et des données de référence obtenues des enquêtes sociales.

4.4.3.2. Impact 2 – Possibilités d'emploi

4.4.3.2.1. Caractéristiques de l'impact

L'impact des possibilités d'emploi sera largement positif et se produira au cours des **phases de la construction, de l'exploitation et de la fermeture** du Projet (détails plus bas), dans le cadre de **l'ensemble des infrastructures du Projet**.

Les emplois générés par le Projet actuel et à venir comprennent et comprendront des postes directs, pour lesquels Kamoa sera l'employeur, et des postes indirects, dans des sociétés contractantes mandatées par Kamoa pour fournir des produits et services au Projet. Les données recueillies depuis les études de référence de 2013 et 2016 indiquent que les niveaux de scolarité et de compétences sont faibles dans les communautés environnantes, ce qui signifie qu'un fort pourcentage de postes semi-qualifiés et qualifiés devra être comblé par des ressources à l'extérieur de la zone immédiate du Projet, soit dans le District, la Province et l'échelle nationale ou encore internationale. Les avantages des emplois générés par le Projet comprendront notamment une augmentation des emplois salariés, une augmentation des niveaux de revenu et du niveau de vie des ménages, et un accroissement de l'activité économique engendrée par les revenus plus élevés.

Bien que la création d'emplois soit un impact largement positif, il comprend cependant certains risques. Au cours des consultations et des travaux sur le terrain, les communautés ont fortement exprimé le besoin d'embaucher à l'échelle locale au lieu d'engager des personnes « extérieures », ce qui ne sera pas toujours possible au vu des niveaux de compétence requis. La gestion des attentes concernant les possibilités d'emploi, par un exercice de consultation continu, sera d'une importance critique, tout comme la gestion des perceptions concernant la distribution des emplois entre les villages. L'accroissement des emplois salariés aura également un impact sur les stratégies de subsistance, mettant une pression additionnelle sur les autres membres des ménages pour se charger de différentes tâches. L'embauche de femmes pourrait par ailleurs avoir un impact sur les rôles de genre ; il a été démontré que les responsabilités liées aux enfants, à la préparation de la nourriture et aux tâches ménagères incombent principalement aux femmes. Les possibilités d'emploi pour les différentes phases du Projet sont les suivantes :

1. Construction :

- Environ 4 000 opportunités d'emplois supplémentaires, répartis également entre les sites miniers de Kansoko et Kakula, seront disponibles au cours de la phase de la construction, bien que les chiffres exacts de la création d'emploi sont inconnus pour l'instant. Cependant, on peut s'attendre à ce que des opportunités d'emploi seront disponibles pour les personnes non qualifiées et semi-qualifiées au sein des populations locales pendant la phase de la construction. Une gestion et une planification dès les premières étapes de la construction permettront des opportunités de formation et de développement des compétences pendant les activités de construction.

2. Exploitation :

- Pendant les activités d'exploitation, qui débuteront en 2019, des effectifs totaux de 1750 à 2250 personnes seront nécessaires pour les deux sites miniers, entraînant ainsi des impacts à long terme positifs. Toutefois, ces postes nécessiteront sans doute des niveaux de compétence plus élevés que les niveaux actuellement disponibles dans les communautés. La mise en œuvre de programmes de développement des compétences maximisera les opportunités pour les communautés locales.

3. Mise hors service / fermeture :

- Les possibilités d'emploi augmenteront sans doute temporairement à la phase de la mise hors service, avec potentiellement un plus grand nombre d'emplois non qualifiés, profitant ainsi aux communautés locales. Cependant, la fermeture entraînera la mise à pied d'employés, réduisant les opportunités d'emploi, les niveaux de revenu et possiblement les stratégies de subsistance. Au vu de la grande dépendance sur l'industrie minière dans la région et des impacts négatifs importants associés à la fermeture de la Gécamines, la sensibilité de l'environnement social local à la fermeture des opérations minières est élevée. Toutefois, plusieurs projets miniers étant en cours de développement dans la région de Kolwezi, on prévoit que l'ampleur de cet impact sera moindre, étant donné qu'un certain nombre d'employés devrait pouvoir trouver du travail dans d'autres mines. En fin de compte, il y aura tout de même une perte d'emploi pour un nombre substantiel des employés du Projet proposé.

Cet impact est classé positif faible avant les mesures d'atténuation et positif modéré après les mesures d'atténuation.

4.4.3.2.2. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Toutes les activités de construction et d'exploitation de Kamoa nécessiteront des employés ; toutes les activités s'appliquent donc à cet impact.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'évaluation de l'impact des possibilités d'emploi a tenu compte des niveaux actuels d'emplois formels, des stratégies de subsistance, des niveaux de revenu dans les communautés locales, des données sur la disponibilité des compétences et de l'information obtenue des dossiers de consultation des communautés.

4.4.3.3. Impact 3 – Développement communautaire

Le Projet présente le potentiel d'être bénéfique pour les communautés par la mise en œuvre de programmes de développement communautaire. KAMCO apporte actuellement un soutien aux communautés notamment dans le développement agricole. KAMCO a mis sur pied des comités de développement communautaire dans les différents villages pour assurer une participation des résidents à ce programme et à la durabilité des projets. L'importance du développement a été renforcée par les nombreuses remarques reçues au cours des consultations auprès des communautés, l'accent étant mis sur la nécessité d'une aide pour l'alimentation en eau, les écoles, les soins de santé, les routes et le transport. Le soutien au développement, basé sur les consultations auprès des communautés, les recherches sur des projets de développement communautaire similaires et un plan identifiant des objectifs à long terme, peut améliorer la qualité de vie des ménages de façon significative.

L'impact du développement communautaire se produira tout au long des **phases de la construction et de l'exploitation**. Cet impact sera positif et sera produit par **l'ensemble des infrastructures du Projet**. Au cours de la mise hors service et de la fermeture des mines, le soutien aux initiatives de développement communautaire s'amenuisera nécessairement, ayant potentiellement un impact négatif sur le développement. Toutefois, avec la mise en œuvre d'un Plan de développement communautaire mettant l'accent sur le développement durable / à long terme, les différentes initiatives pourront avoir un impact positif permanent sur les communautés après la fermeture du Projet.

Cet impact est classé positif faible avant les mesures d'atténuation et positif modéré après les mesures d'atténuation.

4.4.3.3.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Toutes les activités et opérations auront un impact sur le développement communautaire, étant toutes nécessaires pour la génération de revenus. Les activités du département de la Responsabilité sociale d'entreprise auront une influence directe sur l'ampleur de la réussite du développement communautaire.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'évaluation de l'impact du développement communautaire a été effectuée en prenant en compte les niveaux de revenu actuel, l'accès aux services comme l'eau potable, les infrastructures sanitaires, l'éducation, les soins de santé, les stratégies de subsistance, les sources de nourriture et les remarques formulées par les communautés concernant les besoins de développement et l'engagement de KAMCO envers le développement communautaire.

4.4.3.4. Impact 4 – Avantages économiques

L'impact de l'accroissement des revenus économiques sera un impact positif, qui se produira au cours des phases de la construction et de l'exploitation et sera généré par ***l'ensemble des infrastructures du Projet.***

Aux niveaux local et régional, le Projet générera une nouvelle demande pour des produits et des ressources. Les besoins directs du Projet créeront une demande importante pour des matériaux de construction, du carburant, de l'électricité, de la nourriture et divers articles personnels pour les employés du Projet. De manière indirecte, le Projet également une demande additionnelle pour des produits et services en raison des niveaux d'emploi élevés, donnant lieu à une augmentation des niveaux de revenu disponible et de dépenses. La croissance de la population, chez la main-d'œuvre directe et indirecte du Projet, et un afflux prévu de populations attirées par le potentiel d'opportunités du Projet contribueront également à accroître la demande pour des produits et à générer ainsi des opportunités d'affaires.

Aux niveaux régional et national, le Projet aura l'effet d'accroître les revenus du Gouvernement par le paiement de taxes/impôts par KAMCO, notamment les taxes provenant de l'accroissement des transactions et des revenus taxables/imposables. L'accroissement des revenus devrait avoir un impact positif sur les citoyens à l'échelle régionale. Le Projet devrait permettre d'accroître le produit intérieur brut davantage que ne le feraient les activités économiques actuelles du site (agriculture). Le produit intérieur brut généré en raison des dépenses nécessaires aux opérations des mines devrait être de beaucoup supérieur aux dépenses agricoles engagées si jamais le Projet n'était pas mis en œuvre.

Plusieurs facteurs pourraient toutefois affecter la pleine réalisation des impacts économiques positifs prévus. Ces facteurs comprennent les suivants :

- Importation de biens d'équipement et de produits consommables – réduction de l'augmentation attendue du PIB ;
- Utilisation de main-d'œuvre étrangère – réduction de l'augmentation attendue de l'emploi national et, par conséquent, du revenu des ménages ;

- Dommages aux routes utilisées pour transporter les produits agricoles et autres vers les marchés – pourrait réduire le PIB créé par les activités non minières à proximité du site du Projet ; et
- Échec dans la relocalisation des activités agricoles de façon à compenser pleinement la perte de revenu due à la relocalisation – réduction du PIB, de l'emploi et des revenus ; toutefois, l'impact sera sans doute faible et géographiquement limité ;

Cet impact est classé positif modéré avant les mesures d'atténuation et positif modéré après les mesures d'atténuation.

4.4.3.4.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Toutes les activités et opérations auront un impact sur les avantages économiques, étant requises pour la génération de revenu.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'évaluation des impacts économiques a pris en compte les données concernant les niveaux d'emploi et de revenu au sein des communautés locales, la législation congolaise relative au paiement des taxes/impôts et les observations formulées concernant les besoins en développement de Kolwezi.

4.4.3.5. Impact 5 – Demande et pression accrues sur les terres et les ressources naturelles

Le Projet entraînera une croissance de la population par un afflux d'employés du Projet et de personnes à la recherche d'opportunités. Les restrictions sur les terres causées par les exigences liées aux infrastructures, combinées à l'afflux des populations et une demande accrue pour la nourriture, pourraient augmenter la demande pour des terres et les ressources naturelles dans la zone du Projet. L'impact sera **négatif**, sera produit a cours des **phases de la construction, de l'exploitation et de la mise hors service** du Projet et sera causé par **l'ensemble des infrastructures du Projet**.

L'agriculture vivrière est la base primaire de subsistance et une source de revenu pour la majorité des ménages de la zone du Projet ; une grande partie de la population dépend des ressources naturelles pour l'eau potable, les suppléments alimentaires, la génération de revenu, les sources d'énergie et les matériaux de construction. Un accroissement de population, combiné aux restrictions du Projet sur les terres, aura l'effet d'augmenter la pression sur ces ressources naturelles, affectant potentiellement l'équilibre de l'écosystème et occasionnant des pénuries d'eau, de nourriture, d'énergie et de matériaux de construction, en plus des impacts sur la qualité de ces ressources.

Cet impact est classé négatif majeur avant les mesures d'atténuation et négatif modéré après les mesures d'atténuation.

4.4.3.5.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

L'ensemble des opérations constituera sans doute un vecteur clé de la croissance de la population, augmentant ainsi la pression sur les ressources naturelles.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'évaluation des impacts sur la demande et la pression sur les terres et les ressources naturelles a pris en compte l'expérience professionnelle et les travaux de recherche documentés sur les afflux de populations associés aux projets miniers de grande envergure, en combinaison avec les données de référence concernant l'utilisation et la dépendance sur les terres et les ressources naturelles.

4.4.3.6. Impact 6 – Pression sur les services et infrastructures de base

La croissance de la population, décrite plus haut, augmentera la pression sur les services et les infrastructures déjà limités, y compris les écoles, les établissements de soins de santé, l'eau, les infrastructures sanitaires et les décharges de déchets. L'impact sera **négatif**, sera produit au cours des **phases de la construction, de l'exploitation et de la mise hors service** du Projet et sera causé par **l'ensemble des infrastructures du Projet**.

Les quelques infrastructures qui existent dans la zone du Projet sont en grande partie dans un mauvais état, avec une capacité et des équipements insuffisants et, dans les cas de l'éducation et des soins de santé, déjà en dépassement de capacité. L'alimentation en eau potable est limitée – une grande partie des ménages a fait part d'un manque d'eau pendant la saison sèche. Les infrastructures sanitaires et d'élimination des déchets sont rudimentaires ou inexistantes.

Les infrastructures gouvernementales sont également limitées ; un petit poste de police existe à Musokantanda, mais sinon les services se trouvent à Kolwezi, laissant penser que la gestion de toute augmentation de la criminalité ne pourra être que limitée. Une augmentation de la population exacerbera les limitations des services sociaux. Cela s'appliquera plus particulièrement à l'eau, au regard des exigences du Projet en matière d'eau.

Les impacts aux services de base se poursuivront sans doute tout au long des phases de la construction et de l'exploitation. Pendant la phase de fermeture, il est probable qu'il y aura un mouvement graduel hors de la zone du Projet, réduisant la pression sur les services disponibles.

Cet impact est classé négatif majeur avant les mesures d'atténuation et négatif modéré après les mesures d'atténuation.

4.4.3.6.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

L'ensemble des opérations constituera sans doute un vecteur clé de la croissance de la population, entraînant une pression accrue sur les services.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'évaluation des impacts sur les services et les infrastructures de base a été effectuée sur la base des données concernant la disponibilité actuelle des services, l'utilisation par les ménages de ces services et l'expérience passée des afflux de populations, tel qu'indiqué plus haut.

4.4.3.7. Impact 7 – Afflux de travailleurs : camp

Les besoins en main-d'œuvre externe, au vu des exigences du Projet en matière de compétences, ont déjà été notés. En raison du manque de logements et d'infrastructures, un camp de construction sera installé pour héberger les employés à Kakula et à Kansoko. Ce camp pourrait accroître les avantages économiques induits par la demande pour des biens et services à la fois pour les opérations du camp (nettoyage, cuisine, entretien, etc.), mais également pour répondre à la demande des travailleurs pour des infrastructures commerciales.

Cependant, les camps de construction pourraient également causer des impacts négatifs pour la santé des communautés. L'expérience passée a montré que la construction d'un camp entraîne souvent l'apparition d'un centre de services informel à proximité du camp, offrant notamment de l'alcool et de la drogue, augmentant ainsi le risque de toxicomanie. Une augmentation de la prostitution peut également s'ensuivre, les employés disposant d'un plus grand revenu disponible, ce qui peut attirer les femmes économiquement vulnérables.

Étant donné les lacunes en connaissances et en soins de santé, il est probable qu'une telle situation provoque une augmentation des maladies sexuellement transmissibles, y compris le VIH/SIDA.

L'impact d'un afflux de travailleurs dans un camp de construction se produira au cours des **phases de la construction, de l'exploitation et de la mise hors service** du Projet ; l'impact sera **négatif** et sera causé par **l'ensemble des infrastructures du Projet**.

Cet impact est classé négatif modéré avant les mesures d'atténuation et négatif faible après les mesures d'atténuation.

4.4.3.7.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Toutes les activités de construction et d'exploitation de KAMCO nécessiteront de la main-d'œuvre, par conséquent l'ensemble des activités s'applique à cet impact.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'évaluation de l'impact d'un camp de construction a été effectuée sur la base de l'expérience passée, des niveaux de pauvreté observés dans les communautés locales, de l'existence de ménages vulnérables et du manque d'établissements de soins de santé pour gérer ces impacts.

4.4.3.8. Impact 8 – Santé des communautés : afflux

L'accroissement des afflux de populations et les changements sociaux rapides sont souvent associés à une augmentation du risque de contracter des maladies infectieuses, y compris les maladies sexuellement transmissibles comme le VIH/SIDA. Comme pour les camps de construction, il existe un potentiel d'augmentation de la toxicomanie et de la prostitution, pouvant avoir des impacts sur la santé des communautés. D'autres maladies infectieuses comprennent la tuberculose, la rougeole, la grippe, etc. Une augmentation des maladies à transmission vectorielle peut également se produire avec les afflux de populations, les nouveaux arrivants pouvant être porteurs de parasites qui se propagent subséquemment à la population locale, en plus des risques pour la santé que représentent une mauvaise qualité de l'eau ou un manque d'infrastructures sanitaires / d'élimination des déchets, encore exacerbés par la croissance de la population. Comme indiqué plus haut, les limites de capacité actuelles des établissements de santé accroîtront les risques de propagation des maladies.

Les impacts sur la santé des communautés, relatifs à l'afflux de populations, seront **négatifs**, seront produits au cours des **phases de la construction, de l'exploitation et de la mise hors service** du Projet et seront causés par **l'ensemble des infrastructures du Projet**.

Cet impact est classé négatif modéré avant les mesures d'atténuation et négatif modéré après les mesures d'atténuation.

4.4.3.8.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

L'ensemble des opérations constituera sans doute un vecteur clé pour la croissance de la population et, par conséquent, l'augmentation de la pression sur les services de santé et un risque accru de contracter des maladies contagieuses.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'évaluation de l'impact d'un afflux de populations sur la santé des communautés a été effectuée sur la base de l'expérience passée, des niveaux d'afflux prévus, des niveaux de pauvreté observés dans les communautés locales, de l'existence de ménages vulnérables et du manque d'établissements de santé pour gérer de tels impacts.

4.4.3.9. Impact 9 – Santé des communautés : facteurs environnementaux

Les activités du Projet au cours des **phases de la construction, de l'exploitation et de la mise hors service** entraîneront sans doute différents impacts environnementaux négatifs, affectant la qualité de l'air, les niveaux de bruit et la qualité et les quantités d'eau. Les impacts spécifiques liés aux principales composantes d'infrastructure, au cours des différentes phases du Projet. L'augmentation des niveaux de poussière, l'accroissement des niveaux de bruit et les contaminants susceptibles d'être présents dans l'eau sont tous des facteurs pouvant contribuer à un déclin de la santé au sein des communautés et un risque accru de maladie. Il s'agit d'une considération particulièrement importante au regard du statut de santé relativement pauvre dans beaucoup de communautés en raison d'un mauvais régime alimentaire, un manque de nutrition et un manque d'accès à des infrastructures médicales.

Cet impact est classé négatif modéré avant les mesures d'atténuation et négatif faible après les mesures d'atténuation.

4.4.3.9.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

L'ensemble des opérations entraînera des impacts biologiques et physiques spécifiques.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'évaluation des impacts sur la santé des communautés, liée aux impacts environnementaux, a été effectuée sur la base d'une évaluation spécialisée des impacts observés dans différentes études environnementales, combinée aux données sur les niveaux de santé actuels et les infrastructures de santé dans la zone du Projet.

4.4.3.10. Impact 10 – Sécurité des communautés

Le Projet entraînera une augmentation du trafic de véhicules de transport lourds, des véhicules miniers, du trafic lié aux biens et services, et des véhicules de transport du personnel. Les réseaux routiers de la zone du Projet sont en gravier ou en terre, et dans un état relativement mauvais ; Kamoa Copper SA prévoit aménager une nouvelle route d'accès depuis chacun des sites miniers jusqu'à l'aéroport de Kolwezi. L'augmentation du trafic aura sans doute l'effet d'accroître le potentiel d'accidents de la route. La présence de véhicules dans la zone du Projet est actuellement extrêmement limitée, la majorité de la population se rendant à pied vers les différents services en empruntant des pistes ou encore les routes principales. Le grand nombre de piétons sur les routes, combiné à une mauvaise sensibilisation par rapport à la circulation routière et de mauvaises conditions de la route, aura l'effet d'accroître le risque d'accident de la route.

Des risques en matière de sécurité des communautés seront également présents en raison des activités du Projet, y compris l'utilisation de machinerie lourde et les opérations

minières (en particulier l'exploitation minière souterraine, qui peut donner lieu à des affaissements en surface).

Les impacts sur la sécurité des communautés se produiront au cours des **phases de la construction, de l'exploitation et de la mise hors service** du Projet ; l'impact sera **négatif** et sera causé par **l'ensemble des infrastructures du Projet**.

Cet impact est classé négatif modéré avant les mesures d'atténuation et négatif faible après les mesures d'atténuation.

4.4.3.10.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les principales activités applicables à cet impact sont l'utilisation des routes d'accès et les affaissements potentiels causés par les opérations d'exploitation minière à proximité de lieux sensibles.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'évaluation de l'impact de l'accroissement du trafic sur la sécurité des communautés a été effectuée en prenant en compte l'information du Projet concernant les estimations de la circulation, des observations de terrain relativement à l'état et à l'utilisation des routes, les dossiers de consultation des communautés - qui décrivent les inquiétudes par rapport à l'augmentation du trafic, et l'étendue des zones minières et leur emplacement par rapport à des récepteurs sensibles.

4.4.3.11. Impact 11 – Restrictions aux routes d'accès

Les infrastructures et les zones d'exclusion proposées du Projet provoqueront certaines restrictions sur les routes existantes utilisées pour accéder aux services de santé et aux institutions scolaires, pour se rendre à Kolwezi vendre des produits agricoles ou du charbon de bois, pour y acheter divers produits, ou encore pour rendre visite à de la famille ou des amis dans d'autres villages. Étant donné les limites des services sociaux disponibles, il existe une grande dépendance sur Kolwezi pour la génération de revenu ; les gens se déplaçant surtout à pied plutôt que d'utiliser d'autres moyens de transport, toute restriction d'accès pourrait avoir des conséquences importantes sur les moyens de subsistance des ménages à l'intérieur et dans les environs de la zone du Projet. Inversement, la nouvelle route devant être aménagée depuis les sites miniers jusqu'à Kolwezi pourrait constituer un meilleur accès vers le secteur Est de Kolwezi.

Les impacts sur les routes d'accès se produiront au cours des **phases de la construction, de l'exploitation et de la mise hors service** du Projet ; l'impact sera **négatif** et bien que certaines composantes affecteront certaines routes d'accès, l'impact global et la zone d'exclusion du Projet signifient que l'impact sera causé par **l'ensemble des infrastructures du Projet**.

Cet impact est classé négatif modéré avant les mesures d'atténuation et négatif faible après les mesures d'atténuation.

4.4.3.11.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

La clôture des zones de Kansoko et Kakula constituera la principale composante du Projet entraînant des restrictions sur les déplacements.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'évaluation de l'impact de restrictions sur les routes d'accès a été effectuée sur la base de données recueillies au cours d'enquêtes concernant les services utilisés par les ménages et pendant la cartographie des routes d'accès pour déterminer les routes les plus utilisées.

4.4.3.12. Impact 12 – Changement dans les moyens de subsistance

Le Projet a le potentiel de changer les moyens de subsistance dans la zone du Projet, rendant les communautés moins dépendantes de l'agriculture vivrière comme principal moyen de subsistance. Différents facteurs contribueront à ce changement :

- Le Projet générera de l'emploi et des activités économiques qui pourraient entraîner une plus grande implication dans l'économie formelle, en plus de revenus disponibles plus élevés ;
- Le Projet provoquera des restrictions à la disponibilité de terres en raison des afflux de populations et des besoins du Projet en matière de terres, causant une pression additionnelle sur les ressources disponibles ;
- Le Projet pourrait avoir des impacts sur la qualité de l'eau et du sol, modifiant les méthodes d'agriculture, la capacité de cultiver certains types de produits ou encore la possibilité d'atteindre un certain niveau de production. Ces impacts pourraient engendrer des changements dans les coutumes et les stratégies de subsistance actuelles. La dépendance sur l'agriculture vivrière comme principale stratégie pourrait ne plus être possible ; et
- Le projet fournira l'infrastructure d'éducation et un encouragement volontaire, des opportunités possibles de qualification ce qui améliorerait le standard de vie des familles.

Les changements dans les stratégies de subsistance pourraient affecter plus particulièrement les ménages vulnérables, qui ne peuvent pas s'adapter et faire face à des changements soudains, provoquant un accroissement de la pauvreté.

Les changements dans les stratégies de subsistance se produiront au cours des **phases de la construction, de l'exploitation et de la mise hors service** ; l'impact sera **négatif** et sera causé par **l'ensemble des infrastructures du Projet**.

La fermeture du Projet entraînera une diminution des possibilités d'emploi et une réduction des restrictions aux terres. Cependant, il est peu probable que les terres seront de la même qualité qu'avant l'exploitation minière ; les terres seront donc sans doute peu propices à la production des mêmes cultures. Les stratégies de subsistance ne seront plus soutenues par les activités du Projet ; on retournera donc à une agriculture vivrière ou à des alternatives, potentiellement en utilisant les compétences et profitant des acquis des programmes de développement communautaire mis en œuvre pendant l'exploitation du Projet.

Cet impact est classé négatif modéré avant les mesures d'atténuation et négatif modéré après les mesures d'atténuation.

4.4.3.12.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

L'ensemble des opérations constituera sans doute un vecteur clé de ce changement.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'évaluation de l'impact du changement sur les stratégies de subsistance a été effectuée en prenant en compte les données de référence relatives aux stratégies de subsistance actuelles, les effectifs de main-d'œuvre prévus pour le Projet et l'expérience passée en matière d'afflux de populations.

4.4.3.13. Impact sociologique 13 – Changement dans l'identité culturelle

Le Projet provoquera des changements rapides dans l'environnement social, notamment liés aux afflux de populations, aux changements dans l'économie locale et aux changements dans les stratégies de subsistance. Ces changements seront ressentis plus particulièrement par les ménages sujets à un déplacement physique et économique. Les perturbations aux réseaux sociaux existants pourraient provoquer un affaiblissement du tissu social, et ce, à la fois pour les personnes relocalisées et ceux qui seront demeurés dans leurs habitations existantes. Ces changements peuvent créer une incertitude au sein des ménages, affectant les résidents de différentes manières selon la perception de leur capacité à profiter des avantages du Projet et des structures de soutien aux communautés. Le changement et l'incertitude peuvent entraîner une perte de l'identité culturelle et du sentiment d'appartenance à la communauté.

Les changements à l'identité culturelle se produiront sans doute aux **phases de la construction, de l'exploitation, de la mise hors service et de la fermeture** du Projet. La fermeture du Projet pourrait diminuer certaines causes d'incertitude, mais en créera sans doute d'autres, notamment le chômage, la déflation ainsi que le départ de populations hors de la zone. Cet impact sera **négatif** et sera causé par **l'ensemble des infrastructures du Projet**.

Cet impact est classé négatif modéré avant les mesures d'atténuation et négatif faible après les mesures d'atténuation.

4.4.3.13.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

L'ensemble des opérations constituera sans doute un vecteur clé de ce changement.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'évaluation de l'impact du changement dans l'identité culturelle a été effectuée en prenant en compte les données de référence relatives à l'économie locale existante, les stratégies de subsistance actuelles, les effectifs prévus pour le Projet et l'expérience passée en matière d'afflux de populations.

4.4.3.14. Impact 14 – Inflation

Les activités économiques induites par le Projet, combinées à la croissance de la population, entraîneront une augmentation des prix des biens et services. Cet impact se produira au cours des **phases de la construction, de l'exploitation et de la mise hors service** du Projet, aura des conséquences à la fois **positives et négatives**, et sera causé par **l'ensemble des infrastructures du Projet**.

Tel qu'indiqué plus haut, le Projet augmentera la demande en terres, en sources de nourriture et en services en raison de la croissance de la population. Une pression accrue sur les sources existantes fera grimper les prix, donnant lieu à une forte inflation. Cela aura un impact positif pour les vendeurs, mais un impact négatif pour les consommateurs, qui devront faire face à coût de la vie plus élevé et une diminution potentielle de la qualité de vie.

Cet impact est classé négatif modéré avant les mesures d'atténuation et négatif faible après les mesures d'atténuation.

4.4.3.14.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

L'ensemble des opérations constituera sans doute un vecteur clé de ce changement.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'évaluation de l'impact de l'inflation a été effectuée sur la base de l'expérience passée en matière d'afflux de populations, les données sur l'approvisionnement en nourriture et en services, et l'expérience de projets antérieurs.

4.4.3.15. Impact 15 – Potentiel accru de conflit

Les activités du Projet et les impacts associés peuvent potentiellement accroître les conflits dans la zone du Projet. Cela pourrait être dû à la croissance de la population ou à des tensions ethniques entre les deux chefferies affectées par le Projet. Cet impact pourrait se produire au cours des **phases de la construction, de l'exploitation et de la mise hors service** ; l'impact sera **négatif** et sera causé par **l'ensemble des infrastructures du Projet**.

Au cours des activités de consultation, une certaine tension a été observée entre les chefferies de Musokantanda et Mwilu. Les deux chefferies veulent être représentées au sein du Projet pour s'assurer de recevoir une part équitable des avantages du Projet. Les activités de consultation ont été soigneusement planifiées pour s'adresser aux deux chefs simultanément, de façon à prévenir toute perception d'inégalité ; KAMCO s'est efforcée d'impliquer, lorsque possible, les deux chefs dans les activités et la planification du Projet. Les activités d'engagement de KAMCO avec les chefs ont réussi à réduire cette perception. Des conflits pourraient également se produire en raison de la croissance de la population, avec l'apparition de tensions entre les 'locaux' et les personnes 'extérieures'. Ces conflits pourraient être liés à : accès aux emplois et 'droit' des résidents locaux à des opportunités d'emploi ; pression sur les services sociaux, dont la capacité décroît avec l'augmentation de la population ; et changements dans les pratiques culturelles, y compris la langue parlée et les comportements liés aux pathologies sociales décrites plus haut.

Cet impact est classé négatif faible avant les mesures d'atténuation et négatif faible après les mesures d'atténuation.

4.4.3.15.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

L'ensemble des opérations constituera sans doute un vecteur clé de ce changement.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'évaluation du potentiel de conflit a été effectuée en prenant en compte les dossiers et rapports de consultation ainsi que l'expérience passée en matière d'afflux de populations dans des projets similaires.

4.4.3.16. Impact 16 – Impact sur les cimetières

Chacune des phases ci-dessous pourrait avoir un impact négatif sur les cimetières.

1. Construction :

- Relocalisation de cimetières – un cimetière a été identifié dans la zone de Kakula et un autre cimetière le long de la route d'accès, qui devront être relocalisés ; et

- Destruction ou accès accidentel – les employés du Projet pourraient accidentellement accéder à des cimetières, ce qui est considéré par les communautés locales comme sacrilège.

2. Exploitation :

- Des affaissements pourraient affecter des cimetières ; et
- Les employés des entrepreneurs ou du Projet pourraient accidentellement accéder à des cimetières.
- Mise hors service / post-fermeture :
- Aucun impact sur les cimetières.

Cet impact est évalué comme étant majeur avant les mesures d'atténuation et modéré après les mesures d'atténuation.

4.4.3.16.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

À Kakula, des opérations d'exploitation souterraine seront réalisées directement au-dessous du cimetière identifié ; en raison du risque d'affaissement, le cimetière devra être relocalisé. Dans l'éventualité du développement d'autres zones minières et de travaux de dégagement pour des infrastructures de projet additionnels, d'autres cimetières encore non identifiés pourraient être affectés.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'exercice d'évaluation a pris en compte la configuration du Projet et l'emplacement des cimetières identifiés.

4.4.3.17. Impact 17 – Impact sur les sites sacrés

Il est peu probable que les sites sacrés (arbres, rivières et chutes d'eau) identifiés dans la zone affectée par le Projet seront impactés par les activités du Projet, n'étant pas situés à proximité de toute infrastructure proposée.

Des impacts négatifs pourraient se produire si des travaux de dégagement et de développement sont réalisés sur des sites sacrés inconnus ou n'ayant pas été identifiés. Ces impacts ne se produiraient sans doute qu'au cours de la phase de la construction et seraient causés par des travaux de dégagement qui entraîneraient la destruction ou la modification de sites sacrés. Il existe un risque que les ménages devant être relocalisés aient des sites sacrés spécifiques (au niveau local / du village) qui pourraient être impactés par les travaux de développement du Projet.

Le personnel de construction et d'exploitation pourrait involontairement offenser les communautés locales s'ils visitent, publient ou parlent de sites sacrés sans observer les coutumes et pratiques locales.

Comme il est peu probable que des sites sacrés seront impactés par les activités du Projet, cet impact est classé faible avant les mesures d'atténuation et négligeable après les mesures d'atténuation.

4.4.3.17.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les zones minières et les travaux de dégagement pour les infrastructures du Projet pourraient accidentellement causer des impacts sur des sites sacrés non identifiés.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'évaluation a été effectuée en prenant en compte la configuration du Projet et l'emplacement des sites sacrés identifiés.

4.4.3.18. Impact 18 – Destruction, enlèvement ou recouvrement accidentel des sites et/ou objets archéologiques ou culturels

En se basant sur les études de référence, un site, KM75, se trouve à l'intérieur de la zone proposée pour une usine ; des artefacts additionnels de l'âge de pierre pourraient être découverts au cours des travaux de dégagement dans cette zone. En raison des limites de l'étude, il pourrait exister des artefacts ou des sites archéologiques et culturels susceptibles d'être impactés par le développement du Projet. Cela pourrait entraîner la destruction accidentelle d'artefacts archéologiques ou culturels non identifiés.

Cet impact est limité à la phase de la construction / aux activités de dégagement du Projet. Comme il est peu probable que des artefacts archéologiques ou culturels seront impactés par les activités du Projet, cet impact est classé négligeable avant les mesures d'atténuation et négligeable après les mesures d'atténuation.

4.4.3.18.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement

Les zones minières et les travaux de dégagement des terres pour les infrastructures pourraient entraîner la destruction, l'enlèvement ou le recouvrement accidentel des sites et/ou objets archéologiques ou culturels.

a. Nature de l'impact

a.1. Méthodes d'évaluation

L'évaluation a été effectuée en prenant en compte la configuration du Projet et l'emplacement des artefacts archéologiques et culturels identifiés ainsi que l'historique archéologique de la zone.

4.5. Degré de certitude de l'évaluation

Pour les impacts sociologiques évalués, sur la base de l'opinion professionnelle, de l'expérience et, lorsqu'applicable, d'une modélisation quantitative (par ex., pour la baisse du niveau de l'eau souterraine), le niveau de certitude est généralement de moyen à élevé quant aux prédictions des impacts décrites ci-dessus.

Pour les impacts sociologiques évalués, sur la base de l'opinion professionnelle et de l'expérience en RDC, le niveau de certitude est généralement de moyen quant aux prédictions des impacts décrites ci-dessus.

4.6. Sommaire de l'évaluation des impacts sociologiques

Tableau 137: Sommaire de l'évaluation des impacts sociologiques

ID	Aspect	Phase / moment	Sommaire de l'impact	Caractérisation de l'impact – avant les mesures d'atténuation										Caractérisation de l'impact – après les mesures d'atténuation													
				Direction	Intensité	Étendue	Durée	Valeur de la composante affectée	Risqué pour les populations humaines	Ampleur des conséquences	Probabilité de survenance	Risqué global (ampleur x Probabilité)	Score (risqué global de l'impact)	Fréquence	Direction	Intensité	Étendue	Durée	Valeur de la composante affectée	Risqué pour les populations humaines	Ampleur des conséquences	Probabilité de survenance	Risqué global (ampleur x Probabilité)	Score (risqué global de l'impact)	Fréquence	Direction	Intensité
SOC 1	social	Construction	Déplacement physique et économique des ménages	Nég	5	2	5	5	5	4,4	5	22	Grave	1	PR	Nég	4	2	5	3	3	3,4	5	17	Maj	1	PR
SOC 2	social	Construction	Possibilités d'emploi	Requ	2	2	2	3	1	2	4	8	Faible	3	ER	Po	3	3	2	3	1	2,4	5	12	Mod	3	ER
SOC 3	social	Construction et exploitation	Développement communautaire	Requ	2	2	4	3	1	2,4	3	7,2	Fble	3	ER	Po	3	2	5	3	1	2,8	5	14	Mod	3	ER
SOC 4	social	Construction et exploitation	Avantages économiques	Requ	2	4	4	3	1	2,8	4	11,2	Mod	2	ER	Po	3	4	4	3	1	3	5	15	Mod	3	ER
SOC 5	social	Construction et exploitation	Demande et pression accrue sur les terres et les ressources	Nég	4	2	4	4	4	3,6	5	18	Maj	4	PR	Nég	3	2	4	4	2	3	4	12	Mod	3	PR

ID	Aspect	Phase/moment	Sommaire de l'impact	Caractérisation de l'impact – avant les mesures d'atténuation											Caractérisation de l'impact – après les mesures d'atténuation												
				Direction	Intensité	Étendue	Durée	Valeur de la composante affectée	Risqué pour les populations humaines	Ampleur des conséquences	Probabilité de survenance	Risqué global (ampleur x Probabilité)	Score (risqué global de l'impact)	Fréquence	Direction	Intensité	Etendue	Durée	Valeur de la composante affectée	Risqué pour les populations humaines	Ampleur des conséquences	Probabilité de survenance	Risqué global (ampleur x Probabilité)	Score (risqué global de l'impact)	Fréquence	Direction	Intensité
SOC 13	social	Construction, exploitation, mise hors service et fermeture	Changements dans l'identité culturelle	Nég	3	2	5	4	2	3,2	4	12,8	Mod	1	PR	Nég	2	2	5	4	2	3	3	9	Fble	1	PR
SOC 14	social	Construction, exploitation et mise hors service	Inflation, affectant le coût de la vie / la qualité de vie	Nég	3	3	4	4	3	3,4	3	10,2	Mod	2	PR	Nég	2	3	4	4	3	3,2	2	6,4	Fble	2	PR
SOC 15	social	Construction, exploitation et mise hors service	Potentiel accru de conflit	Nég	3	2	4	3	3	3	3	9	Fble	1	PR	Nég	2	2	4	3	3	2,8	2	5,6	Fble	1	PR
SOC 16	Patri. Cultur.	Construction	Relocalisation de cimetières en raison du développement du Projet	Nég	5	1	1	5	5	3,4	5	17	Maj	1	I	Nég	5	1	1	5	5	3,4	3	10	Mod	1	PR
SOC 17	Patri. Cultur.	Construction	Destruction de sites sacrés et/ou exposition de sites	Nég	2	1	1	5	5	2,8	3	8,4	Fble	1	I	Nég	2	1	1	5	5	2,8	1	2,8	Non	1	I

Tableau 138: Impacts des opérations minières sur l'environnement selon leur nature, leurs causes et les sites de leur survenance

N°	Impact	Nature	Causes possibles
1	Changements dans la topographie	Physique	Décharges de roches stériles
			Infrastructures autour des galeries inclinées
			Infrastructure d'entreposage des rejets
			Concentrateurs
2	Dégradation du sol	Physique	Travaux de dégagement ou de défrichement de sol et de nivellement
			Décapage du sol et des sous-sols
			Enlèvement de l'horizon organique au moyen d'équipements lourds pendant l'aménagement des infrastructures du Projet.
			Perte de fertilité du sol naturel en raison du décapement de l'horizon organique
			Compactage du sol
			Destruction des caractéristiques physiques du sol
			Destruction d'organismes dans le sol et la végétation
			Perte de volume du sol et de la profondeur originale du sol
			Contamination des sols en raison du dépôt des poussières, d'eaux de ruissellement contaminées provenant des activités minières et de déversements accidentels donnant lieu à une toxicité chimique (sol et

			eau acide métallifère, métal provenant des activités de concentration et dépôt de rejets)
			Perturbation du sol causé par des équipements et camions lourds
			Dégradation des terres végétales empilées causée par l'érosion
			Perte du type de sol antérieur et de la fertilité en raison de l'empilage de la terre
			Mélange de sols contaminés par des métaux lourds et de terre végétale
			Compactage du sol par l'action des équipements et camions lourds se dirigeant vers les zones de réhabilitation
3	Erosion du sol	Physique	Travaux de dégagement en vue de la construction de l'infrastructure d'entreposage des rejets près de la mine
			Travaux de dégagement et conception des routes d'accès aux mines
			Travaux de dégagement en vue de l'aménagement des décharges de roches stériles à chacun des sites miniers, à proximité des galeries inclinées
			Travaux de dégagement en vue de l'aménagement de concentrateurs à chacun des sites miniers
			Travaux de dégagement pour des infrastructures auxiliaires comme des bassins, des ateliers et des

			bureaux administratifs au site minier de Kakula.
4	Changements dans l'utilisation des terres	Physique	Travaux de dégagement et construction de l'infrastructure d'entreposage des rejets à proximité de la mine Kakula
			Travaux de dégagement et aménagement de routes d'accès aux sites miniers
			Travaux de dégagement en vue de l'aménagement de décharges de roches stériles
			Travaux de dégagement et construction d'un concentrateur à chacun des sites miniers
			Travaux de dégagement et construction d'infrastructures auxiliaires, par exemple des bassins, des ateliers et des bureaux administratifs
5	Gaz à effet de serre	Physique	Émissions des véhicules
			Émissions des générateurs de réserve
			Combustion spontanée dans les mines
			Les travaux de dégagement de la végétation, qui contribue à capturer le carbone de l'atmosphère, dans les zones proposées pour les infrastructures minières
6	Emissions des poussières		Mouvements des véhicules et autres équipements miniers sur des routes sèches non macadamisées
			Poussière produite pendant les opérations de forage
			Poussière produite par les opérations de minage

			<p>Poussière provenant des zones exposées comme les piles de stockage, les parcs à stériles,</p> <p>les zones de construction, les routes de transport lors de forts vents, les convoyeurs en opération et le secteur de tout-venant des mines</p>
			Poussière de l'infrastructure d'entreposage des rejets entraînée par les vents.
7	Bruit	Physique	Les bruits de construction provenant des activités de dégagement des terres et du trafic, en plus des travaux de construction des portails d'accès et de développement des galeries à Kansoko et Kakula
			Infrastructure de ventilation de mine en surface
			Bruits des opérations d'exploitation, causés par le trafic, les procédés de traitement, le transport du minerai et autres opérations minières
8	Vibrations	Physique	Opérations de minage en souterrain pour la fragmentation du minerai
			Opérations de minage pour les matières tout-venant et pour casser les rochers trop gros
			Concassage et broyage du minerai.
9	Contamination des eaux de surface	Physique	<p>Diminution de la qualité des eaux de ruissellement et des infiltrations provenant des décharges de roches stériles,</p> <p>de l'infrastructure d'entreposage des rejets, des concentrateurs, des zones de stockage des produits chimiques et des</p>

			infrastructures d'entreposage des déchets dangereux et/ou généraux
			Déversement accidentel d'effluents du bassin d'eau de traitement, de l'infrastructure d'entreposage des rejets et des réseaux d'égouts
			Déversement d'effluents des opérations minières (surplus d'eau des opérations d'exhaure souterraines)
			Déversement accidentel de graisses, d'huiles, de carburant ou autres hydrocarbures depuis des infrastructures de stockage, des postes de ravitaillement ou ateliers ;
10	Défrichage de la végétation	Biologique	Dégagement des terres entraînant des pertes dans les écosystèmes terrestres
11	Contamination par des substances nocives	Biologique	Contamination des sols et des sources d'eau causée par des déversements accidentels et/ou la contamination de piles de stockage, les décharges de roches stériles et/ou l'infrastructure d'entreposage des rejets
12	Perturbations sensorielles dues au bruit et aux vibrations	Biologique	Bruit et vibrations provoqués par les activités minières et de construction, causant des perturbations sensorielles
13	Dégradation écologique due à la diminution de la qualité de l'air	Biologique	Émissions des poussières et d'air provenant des activités minières et de construction, notamment le trafic d'équipements et la poussière de l'infrastructure d'entreposage des rejets, affectant la flore et la faune.
14	Migration locale d'animaux	Biologique	Obstacles créés par les infrastructures linéaires, empêchant la migration

			locale de la faune
15	Augmentation des espèces exotiques et/ou invasives	Biologique	Trafic et afflux entraînant une augmentation des espèces de flore ou de faune exotique / invasives, affectant les habitats locaux
16	Dégradation écologique due à la présence humaine	Biologique	Aménagement des routes d'accès, facilitant l'accès à des zones auparavant inaccessibles et accroissant la pression sur les habitats terrestres existants
17	Dégradation des habitats aquatiques	Biologique	Perturbation et modification des chenaux des cours d'eau
			Changements dans les débits d'eau en aval
			Changements dans la qualité de l'eau de surface
18			Diminution de la diversité et de l'abondance de la faune aquatique
19			Perte et fragmentation des habitats d'herbages riverains / de captage
			Mobilisation de sédiments depuis les routes
			Perturbation du sol dans la partie supérieure des zones de captage, causée par les routes qui les traversent : enlèvement de la végétation et sol plus meuble et sujet à l'érosion
			La modification des débits pourrait éventuellement avoir un impact sur les habitats riverains et, dans certains cas, inonder les habitats de zones boisées ou de terres humides associés plus particulièrement aux

			herbages de captage
			Construction de routes d'accès
			Forages d'exploration
			Travaux de dégagement aux fins d'accès au site et d'aménagement d'infrastructures
			Aménagement de bancs d'emprunt
			Construction, exploitation et gestion d'infrastructures
			Mauvais entretien des lieux
			Construction d'un barrage de contrôle de la pollution
			Entreposage et manutention des matières / produits chimiques dangereux
			Déversements d'hydrocarbures, des produits chimiques, des déchets dangereux et/ou des produits
			Gestion et évacuation des eaux usées et autres déchets liquides non dangereux/chimiques
			Construction d'un barrage de stockage d'eau brute
			Mise en place de piles de stockage
			Construction du parc à rejets des mines
			Procédés associés à l'exploitation du cuivre
			Opérations minières souterraines
20	Déplacement physique et économique	Sociologique	Clôture des zones d'exclusion minière
21			Aménagement de

			l'infrastructure d'entreposage des rejets
22			Aménagement des lignes de transport d'électricité et des routes d'accès
23			Possibilités d'emploi
24			Développement communautaire
25			Avantages économiques
26			Demande et pression accrues sur les terres et les ressources naturelles
27			Pression sur les services et infrastructures de base
28			Afflux de travailleurs : camp
29			Santé des communautés : afflux
30			Santé des communautés : facteurs environnementaux

TITRE V : DU PROGRAMME DES MESURES D'ATTÉNUATION ET DE RÉHABILITATION

CHAPITRE I: DE LA PRESENTATION DU PROGRAMME DES MESURES D'ATTENUATION ET REHABILITATION

Le requérant d'un droit d'exploitation des mines ou des carrières permanente est tenu de présenter le programme des mesures d'atténuation et de réhabilitation réduisant ou supprimant tous les impacts négatifs du Projet sur l'environnement tels que décrits dans la réglementation minière y compris ceux causés sur les milieux sensibles et les zones de restrictions.

5.1. Politique de santé et de sécurité

La politique de santé et de sécurité de KAMCO est conforme à la RDC et aux normes internationales. Il vise à assurer la santé, la sécurité et le bien-être général de tous ses employés, entrepreneurs et visiteurs. Kamoa s'engage à :

- Fourniture et entretien d'infrastructures appropriées (laboratoire et atelier) et d'équipement sûr et sans risque pour la santé ;
- Assurer la sécurité et la santé en ce qui concerne l'utilisation, la manipulation, l'entreposage et le transport de substances et / ou matières dangereuses ;
- Fourniture d'informations, d'instructions, de formation et de supervision suffisantes ;
- Enquête sur les incidents causant des blessures, des dommages matériels, des quasi-incidents ou des non-conformités aux rapports pertinents ; et
- La création et le développement d'une culture dont la santé et la sécurité font partie intégrante de toutes les opérations et de tous les systèmes de gestion du rendement.

5.2. Des mesures d'atténuation et de réhabilitation

Tableau 139: Plan de Gestion de l'Impact Physique

Requirit	Aspect	Phase/ Timing	Résumé de l'impact	Objectif	Mesures de gestion détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible / Indicateur de performance	Responsab ilité	Début	Fin	Coût
Enviro.	Topographie	Construction / Exploitation / Fermeture	Impacts topographiques résultant des parcs à stériles proposés près des portails de Kansoko et de Kakula, concentrateurs sur les sites miniers et TSF situés à Kakula.	Réduire les impacts topographiques	<p>KAMCO s'engage à :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Concevoir le parc des rejets miniers pour la décharge zéro et Entreprendre la réhabilitation après la fermeture ; - Effectuer des relevés topographiques d'affaissement pour déterminer toute affaissement de surface et envisager de modifier la méthode minière pour protéger la topographie de surface ; - En cas d'affaissement, effectuer les travaux nécessaires pour rétablir le drainage superficiel et empêcher l'entrée dans les 		Surveillance de la subsidence (relevés topographiques annuels). Audit environnemental	Infrastructure développée et maintenue selon la conception. La subsidence est surveillée et atténuée au besoin.	Directeur des opérations	Construction	Fermeture	Inclus dans les coûts opérationnels

					<p>travaux miniers ;</p> <ul style="list-style-type: none">- Effectuer une surveillance géotechnique annuelle des décharges de roches usées et de l'infrastructure des rejets miniers pour tous les mouvements de rejets ou de roches, afin de réduire au minimum le risque d'effondrement structurel qui aurait un impact Supplémentaire sur la topographie ; et- Maintenir le dégagement des zones requises pour les infrastructures de profil comme le parc des rejets miniers et parc des stériles à une zone minimale dans la mesure du possible, mener la réhabilitation concomitante et la végétation naturelle retenue comme écran.								
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Require	Aspect	Phase/ Timing	Résumé de l'impact	Objectif	Mesures de gestion détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible / Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût
Enviro.	Utilisation des sols et des terres	Construction / Exploitation / Fermeture	Dégradation du sol et perte due à la mise en œuvre du projet	Minimiser et contrôler la dégradation des sols	<p>KAMCO s'engage à :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réduire autant que possible les empreintes de surface et limiter l'accès des camions lourds et des camions lourds aux zones sensibles des sols (zones Dilungu et Dambo) ; - Réduire au minimum la contamination des sols pour le confinement et la manipulation des matériaux potentiellement polluants et mettre en œuvre des mesures d'atténuation du drainage acide (ARD) et de lixiviation des métaux pour les matériaux identifiés ; - Mettre en œuvre 	Procédures de manutention et d'entreposage des sols	Audit environnemen tal et suivi annuel de la réhabilitation	Mesures du sol en place et mises en œuvre	Directeur de l'environnement	Construction	Fermeture	Inclus dans les coûts opération nels

					<p>des mesures de conservation des sols (par exemple la ségrégation, le placement approprié et le stockage de sols propres et de matériaux de morts-terrains pour l'assainissement des sites existants et l'entretien de la fertilité des sols sur les sols stockés pour une future réhabilitation) ;</p> <ul style="list-style-type: none">- S'assurer que l'épaisseur globale des sols utilisés pour la réhabilitation est compatible avec les zones environnantes non perturbées et l'utilisation future des terres ;- Concevoir des pentes à un gradient approprié pour la réhabilitation; et- Baser les programmes de fertilisation des							
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

					sols sur les propriétés chimiques, biologiques et physiques du sol après le remplacement du sol.							
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Requies	Aspect	Phase/ Timing	Résumé de l'impact	Objectif	Mesures de gestion détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible / Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût
					Chaque année, identifier, hiérarchiser et réhabiliter les zones érodées avec des solutions appropriées de reboisement et / ou d'ingénierie.							
Enviro.	Utilisation des sols et des terres	Construction / Opérations	Changement d'utilisation des terres sur les empreintes des infrastructures minières proposées.	Minimiser les changements d'affectation des terres	KAMCO s'engage à : -Réduire au minimum l'empreinte du projet et, par conséquent, perturber le plus possible une zone minimale; -Limiter l'accès aux sols sensibles (c.à-d. Utiliser des niveleuses		Cartographie de l'utilisation des terres	Mesures du sol mises en œuvre	Directeur de l'environnement	Construction	Fermeture	Inclus dans les coûts opérationnels

					<p>plus petites dans les zones sensibles);</p> <ul style="list-style-type: none">-Éviter de mélanger la terre arable avec le sous-sol pendant le stockage de la couche arable. La terre végétale devra être enlevée avant la perturbation du site du parc a rejets miniers, parc a stériles miniers, du concentrateur, des zones de déclin et des infrastructures auxiliaires. Le sol enlevé sera stocké dans une zone particulière et délimité;-Identifier et étudier les options durables d'utilisation des terres dans l'empreinte minière et les communautés adjacentes; et-Promouvoir l'utilisation durable des						
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

					<p>terres et les pratiques agricoles dans la zone du projet et les zones adjacentes.</p> <p>- Dans le cas d'espèce, la route en construction qui contourne les communautés Israël, Kaponda, etc. serait d'emblée, une route prédisposée et vouée à des érosions sectorielles et à répétitions si les travaux d'ingénierie routière savamment élaborés ne sont pas prévus et entrepris à temps: restructuration et réfection du tracé routier avec une base et enrobage avec un sol argileux épais ; construction des drains et canalisations</p>						
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

					<p>des eaux des pluies et d'exhaure de part et d'autre de ladite route; plantation d'essences antiérosives (<i>Vetiver zyzanoides</i> et <i>Bambusa spp</i>), etc. ; prévision de grosses digues pour la rétention des eaux déviées ; etc</p> <p>-KAMCO doit prévoir le plan de gestion des espèces protégées, notamment les espèces végétales métallifères, endémiques de la région.</p>							
Require	Aspect	Phase/ Timing	Résumé de l'impact	Objectif	Mesures de gestion détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible / Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût

Enviro.	Radiation	Opérations	L'extraction de matières radioactives pourrait constituer un danger pour la santé des personnes et de l'environnement en général.	Surveiller et protéger les effets indésirables des rayonnements	<p>KAMCO s'engage à:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Réduire au minimum en appliquant des techniques de suppression de la poussière dans les zones où le nettoyage du site / construction et les opérations minières ont lieu. Ces mesures seraient typiquement une suppression de poussière par pulvérisation d'eau dans des zones / routes, etc. ou des camions, etc. sont; -Réhabilitation / Réparation des zones de stockage des déchets, p. Ex. Dans les infrastructures de rejets ; En limitant l'inhalation de poussière (ré-suspension), le dépôt de poussière, les 		Surveillance radiologique	Niveaux de rayonnement au sein de la RDC et Normes internationales	Directeur de l'environnement	Operations	Fermeture	US \$ 5000 / an
---------	-----------	------------	---	---	---	--	---------------------------	--	------------------------------	------------	-----------	-----------------

					<p>rejets de gaz de radon et l'eau contaminée (Lessivage) Par exemple ; Végétaliser le parc a rejets miniers pour interdire les rejets de poussières. S'assurer que les infrastructures de parcs a rejets miniers ne libèrent pas l'eau contaminée, etc. ; et</p> <p>-Détermination précoce des impacts potentiels par le biais d'un programme de surveillance continue de l'environnement radiologique (y compris la surveillance du gaz radon sous terre).</p>						
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tableau 140: Plan de Gestion de l'Impact Biologique

ID No	Aspect	Phase/ Timing	Résumé de l'impact	Objectif	Mesures de gestion détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible / Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût
Bio	Ecologie terrestre	Construction et désaffectation	Défrichement de la végétation	Réduire au minimum les effets de la compensation du sol et effectuer la réhabilitation en cours et simultanée	Le défrichement de la terre sera surveillé et quantifié par télédétection (relevés aériens ou images satellites) pour suivre et évaluer l'étendue du déboisement. Aucun défrichement de la terre ne sera autorisé à l'extérieur des zones désignées sans l'autorisation du gestionnaire de l'environnement. Les procédures de défrichement seront mises en œuvre avant toute activité, et comprendront	Procédures de défrichement de terre. Procédures de réhabilitation	Surveillance biannuelle des systèmes terrestres et du défrichement des terres. Audits environnementaux.	Défrichement conforme au plan de la mine. Les procédures de défrichement ont été respectées. Création d'une pépinière de revegetalisation. 1000 arbres plantés pour chaque hectare perdu. Procédure de réhabilitation en place. Zones fermées réhabilitées dans les 12 mois de la fermeture. Stratégie de compensation de la biodiversité mise en place et mise en œuvre.	Directeur de l'Environnement	Construction	Fermeture	\$150 000/an

l'identification et le sauvetage des espèces protégées.

Une pépinière de reboisement sera établie avant le début de la construction. Les arbres et les plantes cultivées seront des espèces de semences forestières du Miombo localement collectées (en liaison avec le travail actuellement entrepris par EcoLivelihoods). Pour chaque hectare perdu un certain nombre d'arbres et d'espèces de plantes seront replantés dans et autour de la zone du projet, ces arbres peuvent être cultivés dans une pépinière gérée par Kamoia.

					<p>Les procédures et les processus de réhabilitation concomitants (tels que définis dans le plan de réhabilitation et de fermeture) utiliseront des espèces végétales indigènes pour le reboisement. Des essais de réhabilitation seront établis reliant les types de sols aux espèces d'herbe et d'arbres indigènes, et diverses méthodes d'ensemencement et / ou de plantation d'arbres indigènes seront entreprises jusqu'à ce que la méthode la plus efficace soit déterminée. Il sera ensuite mis en œuvre dans le cadre de la stratégie de</p>						
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

					<p>réhabilitation.</p> <p>Une stratégie de compensation sera élaborée sur la base des principes du Programme de compensation des entreprises et de la biodiversité (PCEB). Pour bien gérer dilungu et dembo, il est urgent qu'un plan de gestion durable soit élaboré, vulgarisé et appliqué auprès de communautés environnantes pour concilier la conservation de dembo et dilungu, l'exploitation minière et l'exploitation agropastorale.</p>							
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ID No	Aspect	Phase/ Timing	Résumé de l'impact	Objectif	Mesures de gestion détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible / Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût
Bio	Ecologie terrestre	Opération de construction et désaffectation	Contamination des sols et des sources d'eau à la suite de déversements accidentels et / ou de contamination par les stocks, les décharges de déchets et / ou le parc à rejets miniers.	Mettre en œuvre des mesures de prévention et de contrôle de la pollution afin de minimiser la contamination.	Mettre en œuvre les mesures décrites dans l'étude sur les eaux de surface pour la prévention et le contrôle de la pollution des substances dangereuses. Mettre en œuvre les mesures de conception, de construction et opérationnelles décrites dans l'étude de géochimie pour la prévention et le contrôle du drainage des roches acides et de la lixiviation des métaux à partir de l'infrastructure du projet. Formation des travailleurs à l'entretien et à la manipulation des	Procédures de manipulation et d'entreposage des matières dangereuses selon les fiches signalétiques (FS). Procédures de confinement et de récupération des déversements d'urgence. Déchets de roche, stocks et procédures de fonctionnement de la TSF. Procédures de formation.	Audit Environnemental et inspection des sites. Surveillance par plans d'eau de surface et géochimie.	Zéro contamination des habitats écologiques adjacents aux opérations minières	Directeur de l'environnement	Construction	Fermeture	Inclus dans les plans de gestion de l'eau de surface et de la géochimie.

					<p>substances dangereuses et mise en œuvre d'un plan de confinement des déversements d'urgence, qui peut être mis en œuvre dès qu'un déversement de substances nocives ou toxiques se produit.</p> <p>Aucun herbicide ou pesticide (sauf les pesticides antipaludiques) ne pourra être utilisé sur place. Si l'empiètement de la végétation doit être contrôlé, ceci sera entrepris manuellement avec du matériel organique recueilli et composté.</p>						
--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--

Bio	Ecologie terrestre	Construction et désaffectation	Bruit et vibrations provenant des activités de construction et d'exploitation causant des perturbations sensorielles.	Niveaux de bruit et de vibrations dans les niveaux de critères de conception environnementale du projet, les normes de la RDC.	Mettre en œuvre les mesures décrites dans le plan de gestion du bruit et des vibrations.	Selon le plan de gestion du bruit et des vibrations	Selon le plan de gestion du bruit et des vibrations	Selon le plan de gestion du bruit et des vibrations	Directeur de l'Environnement	Construction	Fermeture	Selon le plan de gestion du bruit et des vibrations
-----	--------------------	--------------------------------	---	--	--	---	---	---	------------------------------	--------------	-----------	---

ID No	Aspect	Phase/ Timing	Résumé de l'impact	Objectif	Mesures de gestion détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible / Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût
Bio	Ecologie terrestre	Construction et désaffectation	Émissions de poussières et d'air provenant des activités de construction et d'exploitation, en particulier les émissions de la circulation et des fonderies;	Qualité de l'air (poussières et émissions) conformément aux critères de conception environnementale du projet, aux normes de la RDC.	Conformément au plan de gestion de la qualité de l'air. En outre, la surveillance des impacts des poussières sur la flore par le biais de la surveillance biannuelle de la Terre.	Conformément au plan de gestion de la qualité de l'air	Conformément au plan de gestion de la qualité de l'air. Surveillance biannuelle de la Terre. Vérifications environnementales.	Conformité aux critères de conception environnementale du projet et aux normes de la RDC.	Directeur de l'Environnement	Construction	Fermeture	Conformément au plan de gestion de la qualité de l'air
Bio	Ecologie terrestre	Construction et désaffectation	Obstacles créés par l'infrastructure linéaire empêchant la migration locale de la	Réduire les blessures ou la mort des animaux migrants sur les routes et	Conception détaillée des routes pour incorporer les ponceaux et les clôtures de dérivation pour	Aucun	Des inspections sur les routes et les infrastructures linéaires peuvent faire	Mort minimale des animaux ou restriction des mouvements des animaux	Directeur de l'Environnement	Construction	Fermeture	Inclus dans les frais d'exploitation

			faune	prévenir l'interruption des migrations locales.	<p>permettre le passage de la faune locale à au moins 1 km d'intervalle.</p> <p>Conception détaillée des pipelines pour inclure des points de passage réguliers pour les animaux (à des intervalles d'au moins 1 km). Limitations et limites de vitesse à mettre en œuvre dans toutes les routes du projet selon le plan de gestion de la santé et de la sécurité.</p>		l'objet d'enquêtes sur les animaux morts ou piégés lors de vérifications environnementales et d'inspections sur place.					
			Circulation et afflux résultant en une augmentation des espèces exotiques / envahissantes de la flore et de la faune, affectant les habitats locaux.	Prévenir l'infestation par les espèces exotiques	<p>Une espèce envahissante sera contrôlée par:</p> <p>Identifier et surveiller les espèces envahissantes par le biais de l'audit et de l'inspection du site - en particulier des zones défrichées</p>	Procédures de lutte contre les espèces envahissantes.	Surveillance biannuelle des systèmes terrestres. Audit environnemental et inspection du site.	Aucune infestation étendue par des espèces exotiques	Directeur de l'Environnement	Construction	Fermeture	Inclus dans les frais d'exploitation

					<p>et des stocks de sols. Les bureaux environnementaux seront formés à l'identification des espèces exotiques de plantes</p> <p>Mettre en œuvre des mesures de lutte contre les espèces envahissantes, telles que la destruction manuelle ou thermique.</p> <p>Aucun pesticide ou herbicide ne sera utilisé pour contrôler les espèces envahissantes.</p> <p>Les programmes de lutte invasive envisageront d'utiliser les ressources communautaires pour mettre en œuvre le plan</p>						
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ID No	Aspect	Phase/ Timing	Résumé de l'impact	Objectif	Mesures de gestion détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible / Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût
Bio	Ecologie terrestre	Construction/ Exploitation/ Désaffectation/ Fermeture	L'aménagement de voies d'accès qui permettront d'accéder plus facilement aux zones inaccessibles jadis, ce qui accroît la pression sur les habitats terrestres.	Réduire l'accès aux zones précédemment inaccessibles	Une stratégie de gestion de l'afflux visant à gérer de manière proactive l'afflux de population dans la région sera élaboré. Les zones sensibles seront désignées sur les cartes et communiquées aux employés et entrepreneurs. Les infrastructures telles que les routes dans les zones seront conçues pour éviter les zones sensibles dans la mesure du possible. Un programme communautaire	Se reporter au Plan de gestion de l'influx et au Plan d'action pour la biodiversité.	Se reporter au Plan de gestion de l'influx et au Plan d'action pour la biodiversité.	Plan de gestion des flux entrant en place et mis en œuvre. Le Plan d'action pour la biodiversité comprend un programme de gestion communautaire des ressources naturelles. Pas de chasse par les employés / entrepreneurs et pas d'armes à feu ou d'animaux sur le site.	Agent de sécurité, Directeur des Mines	Construction	Fermeture	Inclus dans les frais d'exploitation

					de gestion des ressources naturelles sera mis en place dans le cadre d'un plan de développement durable plus large pour le Projet lié au Plan de développement durable. Les employés et les entrepreneurs seront interdits de chasser, ou d'apporter des armes à feu ou des animaux sur le site.							
			Dégradation de l'habitat aquatique	Éviter de perturber ou de perdre tout habitat aquatique / Protection des ressources aquatiques / Amélioration et réhabilitation des zones dégradées	Tous les cours d'eau et les zones riveraines seront clairement indiqués sur les cartes et désignés comme zones sensibles, où toutes les activités seront limitées et autorisées uniquement	Caractérisation de l'habitat selon les études de base, et surveillance et évaluation de la qualité de l'eau de surface du biote biologique. Required par Caractérisatio	Programme de biosurveillance	Maintenir le débit de base et la qualité de l'eau (tout au long de l'année dans les rivières vivaces) dans les fourchettes de la faune aquatique Les paramètres in situ ne doivent pas dépasser	Directeur Environnemental du projet et agent du site environnemental	Construction	Fermeture	Inclus dans les coûts écologiques

				<p>après autorisation du Directeur de l'Environnement;</p> <p>Tous les aspects du plan de gestion des eaux de surface seront mis en œuvre;</p> <p>Tous les ponceaux seront conçus pour permettre un écoulement naturel;</p> <p>Surveillance de l'habitat aquatique et du biote;</p> <p>Et Mise en œuvre du programme de gestion des eaux de surface.</p>	<p>n de l'habitat selon les études de référence, l'évaluation du biote et de la végétation riveraine</p>	<p>ou fluctuer par rapport aux mesures de référence</p>				
Bio	Ecologie aquatique	Construction / Opération	Réduction de la diversité et de l'abondance			<p>Maintenir et, si possible, améliorer l'habitat</p> <p>Pas d'érosion des berges, pas de sédimentation de l'habitat</p>				

ID No	Aspect	Phase/ Timing	Résumé de l'impact	Objectif	Mesures de gestion détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible / Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût
Bio	Zone humide	Construction et exploitation	Perte et fragmentation des prairies riveraines et des bassins hydrographiques	Éviter / réduire les pertes et la fragmentation des prairies riveraines et des bassins hydrographiques.	Des mesures d'enlèvement et de réhabilitation des routes d'accès temporaires et des sites de forage devraient être mises en place dans le cadre d'une stratégie globale de réhabilitation de la mine. Tous les sites touchés devraient être identifiés et un plan de nettoyage et de réhabilitation devrait être mis en œuvre sur ces sites, qui devrait comprendre au minimum: <input type="checkbox"/> L'enlèvement des boues et des autres matières de forage et d'huiles usées	Des procédures doivent être élaborées pour: <ul style="list-style-type: none"> - Nettoyage du site et réhabilitation - Compenser la biodiversité nette, les milieux humides et l'habitat riverain / la perte de fonctionnalité lorsque la réhabilitation n'est pas possible. - La gestion des eaux pluviales pour les infrastructures (notamment les routes et les fosses d'emprunt). 	Programme de surveillance de la qualité de l'eau et stratégie de gestion des risques pour la surveillance des eaux de surface et sous-marines, en particulier pour les sections des prairies qui se trouvent à l'extérieur du permis et limites des cours d'eau ainsi que les cours d'eau qui drainent vers l'ouest.	Une récupération / ré-végétation adéquates des zones affectées (évaluée par un botaniste qualifié et expérimenté) Tous les sites doivent être réhabilités de façon appropriée d'ici une date raisonnablement réalisable et acceptable pour les autorités. La compensation équivalente d'un hectare pour les pertes associées aux impacts résiduels.	Directeur Environnemental du projet et agent du site environnemental	Avant de commencer la construction	Phase de Construction	

					<p>des sites;</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Rétablissement de la topographie locale; et <input type="checkbox"/> Élimination du sol compacté et reboisement des zones touchées. Un programme de surveillance devrait être mis en place pour assurer la conformité avec le plan de réhabilitation et une récupération adéquate des zones touchées. <p>Aucune machine lourde ne devrait être autorisée dans les prairies, les zones humides ou les systèmes riverains, à moins que des instructions expressément autorisées et précises concernant l'évitement des impacts et la conformité avec le PGES ne</p>	- Déversements et débordements						
--	--	--	--	--	---	--------------------------------	--	--	--	--	--	--

					<p>soient fournies. Les routes d'accès permanentes doivent être conçues de manière appropriée pour les eaux pluviales. Toutes les servitudes de construction (à l'exclusion des routes), y compris le coulage, le barrage, la TSF et les zones de stockage doivent être clôturées et clairement délimitées. Les mesures conformes aux lois de la RDC en matière d'entretien ménager devraient être mises en œuvre et les déchets doivent être éliminés dans des décharges appropriées et approuvées. Le recyclage doit être encouragé et le personnel et les entrepreneurs</p>							
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

					<p>doivent être condamnés à une amende pour le détritrus ou la mauvaise manipulation et la gestion des déchets (c.-à-d. Après la formation appropriée). Un plan de gestion détaillé de la gestion des déchets devrait être élaboré.</p> <p>Pour bien gérer dilungu et dembo, il est urgent qu'un plan de gestion durable soit élaboré, vulgarisé et appliqué auprès de communautés environnantes pour concilier la conservation de dembo et dilungu, l'exploitation minière et l'explotation agropastorale.</p>						
--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--

Tableau 141: Plan de Gestion Sociologique du Projet

ID No	Aspect	Phase Timing	Résumé de l'impact	Objectif	Mesures de gestion détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût
Soc	Social	Construction	Déplacement physique et économique des ménages	Amélioration ou rétablissement des moyens de subsistance et de la qualité de vie des personnes déplacées.	KAMCO préparera et mettra en œuvre un PAR pour s'assurer que les personnes, les ménages et les communautés touchés par le projet sont indemnisés équitablement, conformément à la législation en la matière.	Annexe XVIII du règlement minier	À définir dans PAR. Enquêtes sociales annuelles des personnes touchées par le projet.	Améliorations aux personnes touchées par le projet, éducation, état de santé, moyens de subsistance, niveaux de revenu.	Responsable de développement durable	Pre-Construction	Post fermeture	Estimation de 823 500 mille de dollars US
Soc	Social	Construction	Opportunités d'emploi.	Maximiser l'emploi pour les communautés locales	KAMCO continuera à s'engager avec les parties prenantes pour s'assurer que l'emploi local soit privilégié et fait en toute transparence, développer un pool d'emploi de main-d'œuvre qualifiée locale, élaborer une stratégie de transfert des compétences et de développement des ressources		Audit du PGES une fois tous les deux ans	> 20% de l'emploi provient des communautés locales	Gestionnaire des ressources humaines / durabilité	Pre-Construction	Opérations	Inclus dans le budget existant

					humaines pour assurer la qualification des employés locaux tout au long de la vie du projet; Mettre au point une stratégie locale pour les entrepreneurs et les employeurs afin de maximiser l'emploi indirect. Kamoia veillera à ce que le plan de fermeture de la mine intègre des objectifs visant à établir de telles utilisations durables de la terre que possible. Kamoia poursuivra ses programmes de perfectionnement des compétences des employés, de sorte que, dans le cas de licenciements, les employés auront des compétences transférables.						
--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--

ID No	Aspect	Phase Timing	Résumé de l'impact	Objectif	Mesures de gestion détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible / Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût
Soc	Social	Construction	Développement communautaire	Améliorer la qualité de vie des populations et contribuer au renforcement à long terme de la viabilité de la communauté.	KAMCO mettra à jour le plan de développement durable sur une base annuelle en utilisant les informations provenant des consultations communautaires, des données de base sociales et environnementales, des plans et programmes de développement locaux, régionaux et nationaux et des projets de développement communautaire antérieurs axés sur les compétences, l'éducation, la santé et l'infrastructure sociale. Ce plan sera mué en cahier des charges selon la réglementation en vigueur	Annexe XVII du règlement minier	Rapports mensuels des activités de développement communautaire, procès-verbaux des réunions tenues avec les comités de développement communautaire et évaluation annuelle des engagements énoncés dans le plan de développement durable.	Amélioration des indicateurs sociaux clés tels que la santé, l'éducation et la qualité de vie au sein de la zone de permis d'exploitation.	Responsable de développement durable	Pre-Construction	Post fermeture	Inclus dans le budget du Plan de développement social

			Bénéfices économiques.	Maximiser les avantages économiques directs et indirects.	KAMCO poursuivra la mise en œuvre de ses programmes de développement des compétences et appuiera le développement des petites entreprises afin de maximiser les possibilités d'emploi directes et indirectes, ce qui augmentera le potentiel d'avantages économiques induits du projet.		L'Audit du PGES une fois tous les deux ans	Développement des compétences et soutien aux entreprises	Responsable de développement durable	Pre-Construction	Fermeture	Inclus dans le budget existant
Soc	Social	Construction et exploitation	Augmentation de la demande et de la pression sur les terres et les ressources naturelles.	Réduire l'afflux de population et réduire la pression sur les terres	KAMCO établira des voies d'accès désignées et contrôlera l'accès aux mines. Les zones de Kansoko et de Kakula seront clôturées pour restreindre l'accès. Les employés seront logés dans les zones clôturées ou à Kolwezi. Aucun emploi ou		Audit du PGES une fois tous les 2 ans.	Contrôles d'accès en place. Emploi et approvisionnement dans des endroits désignés	Responsable de développement durable	Pre-Construction	Fermeture	Inclus dans le budget de développement du projet

					approvisionnement ne sera entrepris à la barrière des mines, mais dans des zones désignées (par exemple à Kolwezi). D'autres stratégies de subsistance et de perfectionnement des compétences continueront d'être évaluées à travers le plan de développement social afin de fournir d'autres sources de revenus et d'établir des moyens de subsistance plus durables							
--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

ID No	Aspect	Phase Timing	Résumé de l'impact	Objectif	Mesures de gestion détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût
Soc	Social	Construction et opérations	Pression sur les services de base et les infrastructures.	Minimiser l'afflux de population et maintenir ou améliorer l'accès aux services.	KAMCO continuera de minimiser l'afflux de population en mettant en œuvre des contrôles d'accès, des procédures d'emploi et des stratégies d'adaptation (voir ci-dessus). Kamoia continuera d'inclure le développement d'infrastructures supplémentaires d'éducation, de santé, d'eau, d'assainissement et d'élimination des déchets dans les communautés locales du Plan de développement social.		Audit du PGES une fois tous les 2 ans.	Amélioration continue de l'infrastructure sociale par le PDS.	Responsable de développement durable	Pre-Construction	Fermeture	Inclus dans le budget de développement du projet

Soc	Social	Construction	Immigration des travailleurs au camp de construction.	Éviter le développement de centres de services informels près du camp.	KAMCO va: concevoir des camps pour les employés selon les normes congolaises (assurant suffisamment de services récréatifs et de biens sur le camp pour éviter la nécessité de développer des centres informels en dehors de la clôture), clôturer des zones minières et contrôlera l'accès pour limiter le développement du centre de service, va encourager les campagnes de sensibilisation et des établissements de santé pour limiter les répercussions sur la santé communautaire.		Audit du PGES une fois tous les 2 ans	Aucun centre de service informel n'a été développé	Responsable de développement durable.	Pre-Construction	Fermeture	Inclus dans le budget de développement du projet
-----	--------	--------------	---	--	--	--	---------------------------------------	--	---------------------------------------	------------------	-----------	--

Soc	Social	Construction et opération	Impacts sur la santé de la communauté Causés par l'afflux de population.	Réduire l'afflux de population et maintenir ou améliorer la santé communautaire.	KAMCO mettra en œuvre les mesures de minimisation de l'afflux énumérées ci-dessus. Kamoia travaillera avec ses partenaires locaux pour tenter d'améliorer la disponibilité et la qualité des infrastructures de soins de santé pour la population rurale, en tenant compte des questions d'accès et s'efforcera d'améliorer les connaissances communautaires sur la propagation et la gestion des maladies.	Audit du PGES une fois tous les 2 ans	Amélioration continue des établissements de soins de santé dans la zone de permis	Responsable de développement durable.	Pre-Construction	Fermeture	Inclus dans le budget de développement du projet
-----	--------	---------------------------	--	--	---	---------------------------------------	---	---------------------------------------	------------------	-----------	--

ID No	Aspect	Phase / Timing	Résumé de l'impact	Objectif	Mesures de gestion détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible / Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût
Soc	Social	Construction et opérations	Impacts sur la santé de la collectivité causés par les impacts environnementaux sur la qualité de l'air, le bruit et la qualité de l'eau.	Réduire les impacts environnementaux et maintenir ou améliorer la santé communautaire.	KAMCO appliquera les mesures pertinentes d'atténuation de l'environnement physique et biologique. Kamoia travaillera avec des partenaires locaux pour essayer d'améliorer la disponibilité et la qualité des infrastructures de soins de santé pour la population rurale KAMCO appuiera l'accès à l'eau potable et l'assainissement au travers le PDD.		Audit du PGES une fois tous les 2 ans.	Amélioration continue des établissements de soins de santé dans la zone de permis.	Responsable développement durable	Construction	Fermeture	Inclus dans le budget PDD
Soc	Social	Construction	Incidences sur la sécurité de la collectivité grâce à une augmentation du trafic et des opérations minières.	Évitez les accidents de santé et de sécurité.	KAMCO continuera à développer et à mettre en œuvre le PDD. KAMCO continuera à appliquer et à développer ses systèmes de santé et de sécurité, en		L'Audit du PGES une fois tous les deux ans	Zéro dommage des collectivités et employés	Directeur de la santé et sécurité	Construction	Fermeture	Inclus dans le budget de fonctionnement du projet

					particulier en fournissant des conseils, de la formation et des règles pour tous les employés impliqués dans la conduite, l'utilisation des machines et l'entretien des équipements.							
Soc	Social	Construction	Restrictions aux itinéraires d'accès.	Évitez de perdre l'accès aux services clés pour les communautés.	KAMCO fournira des itinéraires d'accès alternatifs tels qu'identifiés pendant le PAR si nécessaire.		Audit du PGES une fois tous les 2 ans	Un autre accès est fourni, si nécessaire, aux personnes affectées par le projet.	Responsable développement durable	Construction	Fermeture	À confirmer
Soc	Social	Construction	Changements dans les stratégies de subsistance.	Éviter le déclin de la qualité de vie en raison des changements dans les stratégies de moyens de subsistance.	KAMCO continuera à mettre en œuvre sa politique de l'emploi qui vise à employer les communautés locales sur la base des informations de recensement existantes vérifiées par les communautés locales. En outre, Kamoa poursuivra la mise en œuvre du PDD afin de soutenir d'autres stratégies de subsistance et de développer		Audit du PGES une fois tous les 2 ans	Amélioration des indicateurs sociaux clés tels que la santé, l'éducation et la qualité de vie dans la zone de permis d'exploitation.	Responsable développement durable.	Construction	Fermeture	Inclus dans le budget de fonctionnement du projet

					des pratiques agricoles.							
--	--	--	--	--	--------------------------	--	--	--	--	--	--	--

ID No	Aspect	Phase Timing	Résumé de l'impact	Objectif	Mesures de gestion détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût
Soc	Social	Construction	Changements dans l'identité culturelle	Éviter l'incertitude parmi les communautés locales et la perte d'identité	KAMCO continuera à s'engager auprès des communautés locales afin qu'elles soient au courant de tous les changements apportés au projet. KAMCO étudiera la possibilité de soutenir les communautés locales pour développer un centre culturel pour promouvoir le patrimoine culturel, soutenir les traditions et fournir un forum pour de futures interactions culturelles à travers le PDD. Un mécanisme de règlement des griefs sera mis en place pour régler les griefs soulevés		Suivi des griefs. Rapports mensuels des activités de développement communautaire, procès-verbaux des réunions tenues avec la communauté et évaluation annuelle des engagements énoncés dans le Plan de développement durable.	Amélioration des indicateurs sociaux clés tels que la santé, l'éducation et la qualité de vie dans la zone de permis d'exploitation	Responsable développement durable.	Construction	Fermeture	Inclus dans le budget RSE existant

					par la communauté locale. Un bref résumé de la culture locale et de l'histoire sera incluse dans l'induction du patrimoine culturel.							
Soc	Social	Construction	Inflation affectant le coût de la vie et la qualité de vie.	Éviter la baisse de la qualité de vie due à l'inflation.	KAMCO continuera à soutenir le développement des petites entreprises afin d'accroître l'offre de biens et de services. Si les activités de surveillance discutées ci-dessous révèlent des difficultés croissantes pour les ménages vulnérables en raison de l'inflation, Kamoa étudiera des mesures pour fournir une assistance par le biais de mesures identifiées dans le PDD.		Surveillance annuelle des prix des produits alimentaires sur le marché. Enquête socioéconomique une fois tous les 2 ans. L'Audit du PGES une fois tous les deux ans	Amélioration des indicateurs sociaux clés tels que la santé, l'éducation et la qualité de vie dans la zone de permis d'exploitation	Responsable développement durable.	Construction.	Fermeture	Inclus dans le budget PDD
Soc	Social	Construction	Potentiel accru de conflit.	Évitez les conflits communautaires	KAMCO continuera à s'engager auprès des communautés locales afin		L'Audit du PGES une fois tous les deux ans	Engagement de la communauté entrepris	Responsable développement durable.	Construction	Fermeture	Inclus dans le budget des opérations du projet

					qu'elles soient au courant de tous les changements apportés au projet. KAMCO continuera d'impliquer les chefs pour diffuser les messages de consultation et de réduire les risques de conflits ethniques liés aux perceptions d'une participation inégale dans le projet. Un code de conduite a été élaboré par Kamoa et continuera d'être utilisé dans le cadre de tout contrat de travail.							
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ID No	Aspect	Phase / Timing	Résumé de l'impact	Objectif	Mesures de gestion détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible / Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût
Soc	Archéologie / Culturel	Construction	Déménagement des cimetières en raison du développement du projet	Protection et conservation des cimetières touchés par le projet.	Tous les cimetières au sein des communautés qui sont touchés par le projet (tel que défini dans le Plan d'action		Audit préconstruction	Tous les cimetières identifiés et indiqués sur une carte accessible à tous les employés et entrepreneurs	Responsable développement durable	Pre-Construction	Fermeture	Pour être inclus dans les coûts du RAP

				<p>de Délocalisationre localisation) doivent être identifiés et cartographiés.</p> <p>Les cimetières identifiés seront marqués et au besoin clôturés après consultation des communautés touchées.</p> <p>Emplacement des cimetières à indiquer sur la carte des zones à ne pas franchir élaborée pour le Projet.</p>							
				<p>Planification de l'Action de Délocalisation-relocalisation (PAR) Des plans d'action spécifiques pour chaque cimetière affecté par le projet seront élaborés dans le RAP. Si la Délocalisation-relocalisation d'un cimetière est requise, ou si la collectivité visée par le projet le</p>	<p>Procédure de relocalisation du cimetière (à définir par le PAR)</p>	<p>Mécanisme de surveillance spécifique pour la Délocalisationre localisation des cimetières à définir dans le PAR.</p>	<p>Des procédures de RAP ont été élaborées et mises en œuvre pour les cimetières.</p> <p>Toute Délocalisationrelocalisation dans un cimetière est effectuée conformément aux exigences juridiques et communautaires</p>	<p>Responsable développement durable</p>	<p>Pre-Construction</p>	<p>Construction</p>	<p>Pour être inclus dans les coûts du RAP</p>

					<p>demande, le processus d'évaluation du projet permettra de définir clairement la coutume juridique et locale spécifique et de convenir avec les autorités locales et la communauté locale avant toute Délocalisation-relocalisation dans le cimetière. Des consultations approfondies seront entreprises avec les communautés touchées. Le mécanisme de règlement des griefs du PAR sera étendu à des aspects relatifs aux cimetières.</p>			<p>ires spécifiques à la satisfaction de la communauté locale touchée par le projet.</p> <p>Mécanisme de règlement des griefs en place.</p>				
--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--

ID No	Aspect	Phase Timing	Résumé de l'impact	Objectif	Mesures de gestion détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible / Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût
					Phase de conception détaillée	Au	Audit préconstruction	Recommandations PAR	Responsable développement durable	Pre-Construction	Construction	Inclus dans CAPEX et OPEX

					<p>cours de la conception détaillée, l'équipe d'ingénierie tiendra compte de l'emplacement des cimetières dans l'implantation finale de toute infrastructure du projet et prendra en compte les recommandations du PAR. La priorité sera accordée à l'évitement des cimetières. Les frais de déménagement des cimetières seront inclus dans CAPEX et OPEX.</p>			prises en compte dans la conception détaillée.					
					<p><u>Phase de Construction et opérationnelle</u> Tous les employés, entrepreneurs et visiteurs seront installés à l'aide de matériaux d'induction appropriés. Communication continue par le biais d'affiches</p>			<p>Audit mensuel. Suivi d'induction</p>	<p>Tous les employés, visiteurs et entrepreneurs sont intronisés.</p>	<p>Responsable développement durable</p>	<p>Construction</p>	<p>Fermeture</p>	<p>Inclus dans le budget global (coûts minimes)</p>

					<p>et de discussions sur les boîtes à outils. L'induction sera suivie et enregistrée et une preuve d'induction sera une exigence avant tout travail entrepris.</p>						
Soc	Archéologie /Culturel	Construction	<p>Destruction de sites sacrés et / ou l'exposition de sites sacrés à des personnes nonlocales en raison du projet.</p>	<p>Protéger et conserver le patrimoine culturel dans la zone du projet.</p>	<p>Préconstruction Tous les sites sacrés (arbres saints, rivières, emplacements, etc.) au sein des communautés affectées par le Projet (comme défini dans le Plan d'action de ré infrastructure) doivent être identifiés et cartographiés. Les lieux sacrés identifiés seront marqués et clôturés selon les besoins après consultation des communautés</p>	Audit préconstruction	<p>Tous les sites sacrés identifiés et indiqués sur une carte accessible à tous les employés et entrepreneurs.</p>	Responsable développement durable	Pre-Construction	Fermeture	<p>Pour être inclus dans les coûts du PAR</p>

					<p>touchées.</p> <p>Emplacement des sites sacrés à indiquer sur la carte des zones interdites développée pour le projet.</p> <p>La carte développée sera confidentielle et ne sera pas distribuée au public.</p>							
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ID No	Aspect	Phase Timing	Résumé de l'impact	Objectif	Mesures de gestion détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût
					Planification de l'Action de Ré infrastructure (PAR). Les sites sacrés précédemment non identifiés, selon le cas, seront inclus dans le processus PAR.	Procédure de relocalisation du cimetière (à définir par le PAR)	Mécanisme de surveillance spécifique pour la ré infrastructure des cimetières à définir dans le PAR.	Des procédures PAR ont été élaborées et mises en œuvre pour les sites sacrés si nécessaire. Mécanisme de règlement des griefs en place.	Responsable développement durable	Pre-Construction	Construction	Pour être inclus dans les coûts du RAP
					Phase de conception détaillée Lors de la conception détaillée, l'équipe d'ingénierie tiendra compte de l'emplacement des sites sacrés dans l'implantation finale de toute infrastructure du projet et prendra en compte les recommandations du PAR. La priorité sera donnée à éviter les sites sacrés.		Audit préconstruction	Recommandations PAR prises en compte dans la conception détaillée	Responsable développement durable	Pre-Construction	Construction	Inclus dans CAPEX et OPEX

					<p><u>Construction et phase opérationnelle</u></p> <p>Tous les employés, entrepreneurs et visiteurs seront induits à l'aide de matériaux d'induction appropriés. Une communication continue par le biais d'affiches et de discussions sur les boîtes à outils sera entreprise. L'induction sera suivie et enregistrée et une preuve d'induction sera une exigence avant tout travail entrepris.</p>		<p>Audit mensuel. Suivi d'induction</p>	<p>Tous les employés, visiteurs et entrepreneurs sont intronisés</p>	<p>Responsable développement durable</p>	<p>Construction</p>	<p>Fermeture</p>	<p>Inclus dans le budget global de SHEC (coûts minimes)</p>
Soc	Archéologie/ Culturel	Construction	<p>Destruction, enlèvement ou recouvrement accidentels d'objets ou d'emplacements archéologiques ou culturels à la suite du développement du projet</p>	<p>Préserver et protéger le patrimoine culturel</p>	<p><u>Pré-construction / construction</u></p> <p>Une étude archéologique phase 2 sera faite immédiatement avant le défrichement du site dans les zones délimitées pour le dégagement ou la perturbation du site. Toute</p>	<p>Procédure de recherche par hasard</p>	<p>Audit préalable à la construction. Supervision de construction.</p>	<p>Travaux archéologiques de pré-construction entrepris.</p>	<p>Responsable développement durable</p>	<p>Pre-Construction</p>	<p>Construction</p>	<p>Équipe de chercheurs archéologiques pendant 1 mois (groupe supposé de 4) - US \$ 50 000</p>

ID No	Aspect	Phase Timing	Résumé de l'impact	Objectif	Mesures de gestion détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible / Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût
					conclusion sera soumise aux procédures de recherche. Le soutien d'un projet de recherche et l'utilisation d'étudiants d'une université locale seront considérés comme une option potentielle pour l'enquête.							
					<u>Phase de Construction et d'Operations</u> Tous les employés, entrepreneurs et visiteurs seront induits à l'aide de matériaux d'induction appropriés. Une communication continue par le biais d'affiches et de discussions sur les boîtes à outils sera entreprise. L'induction sera suivie et enregistrée et une preuve	Procédure de recherche par hasard	Audit mensuel. Suivi d'induction	Tous les employés, visiteurs et entrepreneurs sont induits. Procédure de découverte au hasard en place	Responsable développement durable	Construction	Fermeture	Inclus dans le budget global (coûts minimes)

					d'induction sera une exigence avant tout travail entrepris. Des procédures de recherche de la chance seront établies et distribuées à tous les employés et entrepreneurs, selon le cas.							
--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

CHAPITRE II: DES MESURES D'ATTENUATION DES NUISANCES EN BRUIT ET VIBRATION

Pour surveiller les impacts du bruit et les vibrations du projet et maintenir la conformité aux critères d'évaluation adoptés, les mesures d'atténuation du bruit et des vibrations suivantes ont été élaborées.

Le plan précise le type et la fréquence des contrôles requis, les mesures à prendre en cas de dépassement des critères et la responsabilité de sa mise en œuvre.

La réglementation minière en RDC fournit des limites de bruit, de vibrations de souffle et de surpression d'air pour les récepteurs sensibles. Il s'agit de limites fixes et ne doivent pas être dépassées à tout récepteur en raison des activités du projet. Spécifiquement en RDC, un plan de gestion du bruit et des vibrations doit:

- Indiquer les mesures d'atténuation relatives au bruit ; et
- Indiquer les mesures à prendre pour s'assurer que les bruits continus sont conformes aux lignes directrices relatives au niveau sonore de l'exploitation minière de la RDC pour les catégories spécifiques de terrain, à savoir:
 - (a) Terrain dans lequel il y a plusieurs habitations résidentielles constituant une communauté ou un village, une école ou un hôpital ou tout autre établissement de service d'enseignement, de santé ou de convalescence ;
 - (b) Terrain dans lequel se déroulent des activités permanentes commerciales, de chasse ou de pêche ou des activités récréatives. Toutefois, le niveau de bruit prévu pour la nuit ne s'applique que dans les limites de propriété des habitations résidentielles. Ailleurs, le niveau maximal de bruit prévu le jour s'applique également la nuit ; et
 - (c) Terrain dans lequel se déroulent principalement des activités industrielles ou agricoles. Toutefois, à l'emplacement d'une habitation résidentielle existante dans ce type de terrain, les seuils sont de 50 dB(A) la nuit et 55 dB(A) le jour.

Le niveau sonore maximum des activités d'exploitation minières ou de carrière doit être inférieur, en tout temps et en tous points d'évaluation du bruit selon qu'il s'agit d'une habitation à vocation résidentielle, d'un hôpital ou d'une école, d'un terrain où a lieu une activité permanente agricole, industrielle ou de chasse ou de pêche, d'un lieu récréatif au plus élevé des niveaux sonores suivants :

- Indiquer les mesures à prendre pour atténuer les vibrations et le bruit pendant le dynamitage.

Les objectifs de ce plan de gestion des bruits et des vibrations sont les suivants :

- Respecter toutes les exigences légales en vigueur en RDC ;

- Gérer et minimiser l'impact du bruit et des vibrations des opérations proposées sur les villages et l'environnement locaux ; et
- Maintenir un programme efficace de surveillance et un mécanisme de réponse pour faire face aux dépassements de seuils et / ou de vibrations et aux plaintes.

Le programme de gestion du bruit et des vibrations est présenté au Tableau ci-dessous.

Tableau 142: Programme de Gestion du Bruit et des Vibrations

ID	Phase/Time	Résumé de l'impact	Objectif	Mesures de gestion détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible / Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût
Envi	Phase de conception	Niveaux de bruit liés au projet pour les récepteurs sensibles au-delà des critères d'évaluation: 45 dB LAeq, 1h pendant la journée (07:00 - 19:00) et 40 dB LAeq, 1h pendant la nuit (19:00 - 07:00) OR 3 dB (A) au-dessus des niveaux de bruit de référence mesurés.	Appliquer des critères de conception de réduction de bruit et de vibration à l'étude de faisabilité détaillée.	<p>Les rayons de ventilation doivent être situés à une distance maximale des récepteurs sensibles aussi loin que possible.</p> <p>Les échappements de ventilation doivent être conçus avec une atténuation du bruit et pour diriger les gaz d'échappement vers le haut et non vers les récepteurs.</p> <p>Planification de la limitation des heures de construction aux heures du jour (6 h à 18 h).</p> <p>Les procédures d'approvisionnement des équipements, fixes et mobiles, devraient inclure les préférences pour les modèles à faible bruit, dans la mesure du possible</p>	Aucune	Examen détaillé de la faisabilité.	Ventilateurs situés le plus loin possible des récepteurs. Conception des échappements de ventilation vers le haut. Atténuation du bruit incorporée dans la conception du bâtiment. Activités de construction restreintes aux heures de jour. L'approvisionnement tient compte des niveaux de sortie sonore inférieurs lors de la sélection.	Ingénieur de Projet.	Preconstruction	Operations	Inclus dans le coût du capital du projet

	<p>Construction et exploitation</p>	<p>Niveaux de bruit liés au projet pour les récepteurs sensibles au-delà des critères d'évaluation: 45 dB LAeq, 1h pendant la journée (06:00 - 18:00) et 40 dB LAeq, 1h pendant la nuit (18:00 - 06:00) OR 3 dB (A) audessus des niveaux de bruit de référence mesurés.</p>	<p>Maintenir le respect des critères d'évaluation à toutes les étapes du projet et minimiser le bruit inutile à tous les récepteurs sensibles à proximité.</p>	<p>Les employés du projet seront formés à l'utilisation d'un sonomètre et à la façon d'effectuer des mesures fiables du bruit ambiant.</p> <p>Un plan de communication sera mis en place pour communiquer les résultats de la surveillance aux résidents à proximité et pour enregistrer et enquêter sur les plaintes de bruits.</p> <p>Les activités de défrichage du site seront limitées aux périodes de jour (06h00 - 18h00)</p>	<p>Procédure de surveillance du bruit à développer</p>	<p>Le suivi sera coordonné avec les activités quotidiennes, de sorte que les niveaux de bruit à des récepteurs à proximité immédiate des œuvres bruyantes sont capturés.</p> <p>D'autres récepteurs peuvent être ajoutés au programme en fonction des modèles de travail.</p> <p>La surveillance sera achevée pour une mesure continue minimale de 24 heures qui sera effectuée par récepteur, par mois.</p> <p>Les niveaux mesurés seront enregistrés dans un journal et vérifiés pour la conformité avec les critères d'évaluation.</p>	<p>Les niveaux de bruit mesurés seront enregistrés dans un journal quotidien qui notera les sources de bruit dominant.</p> <p>Les niveaux de bruit liés au projet aux récepteurs sensibles ne dépasseront pas les critères d'évaluation.</p> <p>Les plaintes relatives au bruit seront étudiées dans les 24 heures.</p>	<p>Directeur de l'Environnement</p>	<p>Construction</p>	<p>Fermeture</p>	<p>Matériel de surveillance du bruit déjà acheté. Frais d'entretien à 2000 \$ US / an</p>
--	-------------------------------------	---	--	--	--	---	---	-------------------------------------	---------------------	------------------	---

ID	Phase/Time	Résumé de l'impact	Objectif	Mesures de gestion détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible / Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût
Envi	Construction et exploitation	Niveaux de vibration par explosion liés au projet pour les récepteurs sensibles au-delà des critères d'évaluation: vibrations au sol 2,0 mm / s PPV, surpression d'air de 120 dBL.	Effectuer le dynamitage conformément aux exigences a la législation en RDC pour minimiser les vibrations	Dans la mesure du possible, Kamoa évitera ou minimisera l'utilisation d'explosifs; concevoir adéquatement les fondations des concasseurs primaires et d'autres sources de vibrations importantes pour réduire les impacts des vibrations; Utiliser des plans de dynamitage spécifiques, des procédures de charge correctes et des rapports de dynamitage, des détonateurs retardés / micro-retardés ou électroniques et des essais spécifiques de dynamitage in situ (l'utilisation de l'amorçage avec des détonateurs retardés améliore la fragmentation et	Procédure de dynamitage à développer	Surveillance des vibrations	Les niveaux de vibration du projet aux récepteurs sensibles ne dépasseront pas les normes de la RDC	Directeur des opérations	Construction	Fermeture	Inclus dans les coûts opérationnels

				réduit les vibrations du sol).Entreprendre la conception des explosions, y compris un relevé des surfaces de dynamitage afin d'éviter les charges excessivement confinées, et des sondages de forage pour vérifier les écarts et les recalculs consécutifs du dynamitage; et Surveiller les vibrations au sol des récepteurs sensibles et évaluer tout impact sur les structures si elles se produisent.							
Construction et exploitation	Niveaux de vibration par explosion liés au projet pour les récepteurs sensibles au-delà des critères d'évaluation: vibrations au	Maintenir le respect des critères d'évaluation à chaque étape du projet et minimiser les vibrations inutiles à tous les	Les employés du projet seront formés à l'utilisation d'un vibromètre capable d'enregistrer la surpression d'air et les vibrations au sol	La surveillance des vibrations au sol et de la surpression d'air sera effectuée conformément à la procédure décrite dans une	Le suivi sera coordonné avec les activités quotidiennes, de sorte que les niveaux de vibration aux récepteurs à proximité des	Les niveaux de vibration liés aux projets aux récepteurs sensibles ne dépasseront pas les normes DRC. Les plaintes et	Directeur de l'Environnement	Construction	Fermeture	30 000 \$ US pour l'équipement de surveillance des vibrations	

		sol 2,0 mm / s PPV, surpression d'air de 120 dBL.	récepteurs sensibles à proximité.	<p>Un levé structurel des bâtiments dans les emplacements des récepteurs sera entrepris pour évaluer leur intégrité existante avant le démarrage des explosions. Un levé structurel sera effectué annuellement par la suite pour vérifier les dommages liés aux vibrations.</p> <p>Un plan de communication sera mis en place pour communiquer le programme de dynamitage aux résidents à proximité et d'enregistrer et d'enquêter sur les plaintes</p>	norme appropriée.	<p>explosions sont capturés.</p> <p>D'autres récepteurs peuvent être ajoutés au programme en fonction du programme de soufflage et pendant la phase de fonctionnement lorsque l'extension latérale du travail souterrain augmente.</p>	les rapports de dommages seront étudiés dans les 24 heures.				
ID	Phase /Time	Résumé de l'impact	Objectif	Mesures de gestion détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible / Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût
						Les niveaux mesurés seront enregistrés dans un journal et vérifiés pour la conformité avec les critères d'évaluation.					

5.2.1. Programme de surveillance

Les exigences du programme de surveillance devraient changer tout au long de la durée de vie du projet. Chaque phase du projet affectera les récepteurs à un degré variable, selon les zones de travail, les usines utilisées et les heures de travail.

5.2.1.1. Bruit

Au cours de la construction, lorsque l'intensité des travaux est prévue pour être variable, des enquêtes de bruit mensuelles seront effectuées aux récepteurs les plus proches des zones de travail actives (pour Kansoko ce sera aux communautés suivantes Israël, Mundjendje, Kaponda et Londerino et pour Kakula les Villages de Muvunda et Samukoko).

Chaque récepteur sera surveillé pendant une période non inférieure à 24 heures et les résultats seront comparés aux critères d'évaluation.

Au cours des phases d'exploitation, lorsque les niveaux de bruit devraient être moins variables, la fréquence de la surveillance sera réduite aux sondages annuels, avec des contrôles ponctuels de 1 heure pendant la journée et la nuit sur les récepteurs effectués mensuellement. Des enquêtes additionnelles de 24 heures seront effectuées en cas de plaintes relatives au bruit.

Il est à signaler que les mesures de gestion pour le bruit de la construction sont temporaires et pour les opérations d'exploitation sont permanentes.

5.2.1.2. Vibration

Les sondages sur les vibrations seront effectués conformément à la méthode décrite dans une norme appropriée, telle que BS 5228. La fréquence des relevés sera déterminée par le programme de dynamitage, mais au moins les deux récepteurs les plus proches seront surveillés pour chaque minage pour les cinq premières explosions dans chaque emplacement de minage.

CHAPITRE III: DES MESURES D'ATTENUATION DES EMISSIONS DANS L'ATMOSPHERE)

Cette section présente le Plan de Gestion de la Qualité de l'Air (PGQA) pour le Projet de Kamo - Kakula. Le plan comprend une liste de toutes les activités ou opérations produisant des effets nocifs dus aux émissions atmosphériques, il décrit le calendrier et les calendriers des activités pertinentes et indique les mesures qui seront prises pour informer les récepteurs pertinents des activités à l'avance.

En ce qui concerne la législation minière en RDC (décret n°038/2003 du 26 mars 2003), les mesures d'atténuation suivantes sont applicables.

5.3.1. Du contenu de mesures d'atténuation des émissions dans l'atmosphère

Les mesures d'atténuation des émissions atmosphériques sont présentées en un maximum de trois pages précisant :

- Pour chaque type de contaminant, la quantité émise (t.m./année), le taux d'émission (m^3 / h), la température du gaz (C) et la concentration du contaminant (mg / Nm^3) ;
- Les systèmes de purification ou les mesures prises pour prévenir, éliminer ou réduire le rejet de contaminants et indiquer le pourcentage (%) d'efficacité; et
- Lorsque des dépoussiéreurs sont utilisés, les méthodes et lieux d'entreposage, de rejet ou d'élimination de ces poussières.

Le requérant doit se conformer aux seuils de pollution suivants dans son et à l'extérieur de son périmètre.

1. Des seuils de pollution de l'air tolérés

Les seuils de pollution de l'air à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre sont répartis suivant la nature des contaminants décrits aux tableaux ci-après.

Tableau 143: Seuils de pollution de l'air à l'intérieur du périmètre

Nature Du - Contaminant	Seuils de pollution
Arsenic	0.5 mg/m^3
Monoxyde de carbone	29 mg/m^3
Cuivre	1 mg/m^3
Silice libre	5.0 mg/m^3
Cyanure d'hydrogène	11 mg/m^3
Sulfure d'hydrogène	14 mg/m^3
Plomb : émissions et fumées	0.15 mg/m^3
Dioxyde d'azote	6 mg/m^3
Particules solides	10 mg/m^3
Dioxyde de soufre	5 mg/m^3

Tableau 144: Seuils de pollution à l'extérieur du périmètre

Nature Du - Contaminant	Seuils De - Pollution
Particules de matière (< 10:m) : Moyenne arithmétique annuelle Moyenne maximale sur 24 heures	100 g/m ³ 500 g/m ³
Oxyde d'azote comme NO ₂ : Moyenne arithmétique annuelle Moyenne maximale sur 24 heures	100 g/m ³ 200 g/m ³
Dioxyde de soufre : Moyenne arithmétique annuelle Moyenne maximale sur 24 heures	100 g/m ³ 500 g/m ³

2. De l'installation des dispositifs de contrôle de pollution de l'air

Le requérant d'un droit minier d'exploitation ou d'exploitation de carrières permanente est tenu d'installer des dispositifs de contrôle de la pollution de l'air dans les usines de traitement et de transformation.

3. Des tests de pollution

Pendant les travaux de pleine exploitation de la mine ou de la carrière et les travaux de traitement du minerai, le demandeur devra réaliser aux mois de janvier, mars, juillet, octobre, des tests à l'intérieur de son périmètre et à l'extérieur de son périmètre, analysant les niveaux des contaminants énumérés dans les tableaux cidessus. Il devra consigner les méthodes de test utilisées, les résultats de ces tests et éventuellement, les mesures correctrices à prendre dans un registre à cet effet.

Le requérant d'un droit minier d'exploitation ou d'exploitation des carrières permanente est tenu de réaliser les tests de pollution de l'air à l'extérieur du périmètre à 5 mètres de la limite du périmètre aux points Nord, Sud, Est et Ouest du périmètre.

Les objectifs et buts du plan de gestion de la qualité de l'air sont les suivants :

- Assurer le respect de toutes les exigences légales et des politiques et normes de l'entreprise ;
- Gérer et minimiser l'impact des émissions atmosphériques et des polluants des activités proposées par les villages et l'environnement locaux ;
- Maintenir un programme de surveillance efficace et un mécanisme de réponse pour faire face au seuil d'émission atmosphérique Dépassement et plaintes ;
- Atteindre et maintenir des niveaux acceptables de qualité de l'air dans toute la zone du projet ;

- Réduire au minimum l'impact négatif de la pollution atmosphérique sur la santé et le bien-être des personnes et sur l'environnement ; et
- Promouvoir des procédés de production plus propres et améliorer en permanence les meilleures pratiques en matière de prévention et de réduction de la pollution atmosphérique.

Le programme de gestion est présenté sous forme de tableau ci-dessous.

Tableau 145: Programme de gestion de la qualité de l'air

ID	Phase/Time	Résumé de l'impact	Objectif	Mesures / procédures de gestion détaillées	Mécanisme de surveillance	Cible / Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût
Envi	Construction / Opérations	Augmentation des gaz à effet de serre dus aux émissions des véhicules du projet et d'autres engins de mines utilisant des combustibles fossiles.	Surveiller et réduire les émissions de gaz à effet de serre	Kamoa entreprendra une surveillance annuelle des gaz à effet de serre et continuera d'étudier l'utilisation de solutions de rechange à faible GES. Kamoa mettra en œuvre un programme de gaz à effet de serre qui visera à améliorer l'efficacité énergétique et à investir dans les technologies propres	Suivi annuel des GES	Surveillance et réduction continue des gaz à effet de serre	Directeur Environnemental	Construction	Fermeture	Aucun

Envi	Construction et exploitation	Les poussières des zones exposées (stocks, emprunts, routes de transport, etc.), les convoyeurs, les zones de transfert, de forage, de dynamitage et de chargement.	Éviter et / ou réduire la poussière	<p>Kamoa s'engage à la:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Suppression de l'humidité pendant les activités de manutention; - Suppression humide des routes; - Réduction de la vitesse du vent par l'abris pour les zones exposées ouvertes sujettes à l'érosion éolienne, c'est-à-dire les stocks de ROM, etc. (si possible); - Garder les hauteurs de stock aussi faibles que possible pour réduire leur exposition à l'érosion éolienne et donc la production de poussière; 	Contrôle de la poussière ambiante / particules	Respect des réglementations de la RDC	Directeur de l'Environnement	Construction	Fermeture	Us 50000 pour l'équipement de surveillance de la qualité de l'air
------	------------------------------	---	-------------------------------------	---	--	---------------------------------------	------------------------------	--------------	-----------	---

				<ul style="list-style-type: none"> - Réhabilitation progressive et reboisement des zones fermées; - Réduction des volumes de trafic inutiles; - Utilisation de la suppression humide pendant le forage: et - Mettre en œuvre les mesures de dynamitage pour minimiser la poussière. 						
Construction et exploitation	Augmentation des émissions provenant des opérations du projet (production et transport de diesel)	Réduire les émissions de véhicules et d'équipements	<p>Kamoa s'engage à :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maintenir et entretenir tous les véhicules miniers et autres équipements régulièrement afin de s'assurer que les émissions de particules et d'émissions de gaz d'échappement sont réduites au minimum; 	Surveillance de la qualité de l'air ambiant	Respect des réglementations de la RDC	Directeur de la construction / Directeur de l'environnement	Pre-construction et Construction	Fermeture		

				<ul style="list-style-type: none">- Dans la mesure du possible, utiliser des carburants à faible teneur en soufre pour réduire les émissions de SO₂; et- Étudier l'option meilleure de sauvegarde avec des émissions inférieures.						
--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--

5.3.2. Programme de surveillance

Il est prévu que le réseau de surveillance de la qualité de l'air de KAMCO évoluera au fil du temps en fonction du développement progressif de l'exploitation minière. De même, les paramètres à surveiller, le nombre de sites de surveillance et les sites de surveillance physique devraient évoluer avec le temps. Les réseaux de qualité de l'air ambiant envisagés ci-dessous sont donc conceptuels et sont sujets à des changements d'alignement sur le plan de la mine.

5.3.1. Réseau de surveillance envisagé

- Avant la construction et pendant la construction, le réseau de surveillance de la qualité de l'air devrait comprendre les éléments suivants ;
- Dix échantillonneurs de propagation de poussière conformes ASTM D1739 (2010) actuellement installés
- sur le site ;
- Une station météorologique professionnelle (précision de 1 à 2%) avec une série complète de paramètres météorologiques ;
- Deux moniteurs à particules fines, dont un PM₁₀ et un autre PM_{2,5}; et
- Suivi de la surveillance des gaz polluants (SO₂, NO₂, H₂S et BTEX) sur 10 sites de surveillance. Co-situé avec l'équipement de surveillance de propagation de poussière.

Les fréquences de surveillance prévues sont les suivantes :

- Chute de poussière – Continue ;
- Météorologie - Continu PM₁₀ et PM_{2.5} – Continu ;
- Surveillance des polluants des gaz de traçage (SO₂, NO₂ et H₂S) - Continu pendant 1 an puis via une fréquence appropriée à déterminer par la suite ; et
- Surveillance des traces de gaz polluants (BTEX) - Campagne de trois mois puis via une fréquence appropriée à déterminer par la suite.

CHAPITRE IV: DES MESURES D'ATTÉNUATION DES RISQUES DE DEGRADATION ET DE POLLUTION DES EAUX

5.4.1. DES MESURES DE PROTECTION DES EAUX

5.4.1.1. De la description des mesures d'atténuation des risques de pollution et de dégradation des eaux

Les principaux objectifs du plan de gestion de l'eau (PGES) sont les suivants :

- Maintenir l'eau propre loin du site en utilisant des canaux de taille suffisante ;

- Garder l'eau sale contenue de telle sorte qu'elle ne puisse se déverser dans l'environnement plus d'une fois en 100 ans ;
- Limiter l'effet que la mine a sur l'environnement environnant en limitant les rejets dans l'eau de surface en ne déversant que de l'eau de qualité appropriée ; et
- Veiller à ce que toute l'eau propre et sale soit gardée séparée sur place et que toute l'eau sale soit contenue et traitée conformément aux normes en vigueur en RDC avant d'être autorisée à être rejetée dans l'environnement.

Les mesures de gestion de l'eau sont présentées au Tableau ci-dessous.

Tableau 146: Plan de Gestion des Eaux de Surface

ID	Aspect	Phase	Impact	Objectif	Mesures d'atténuation détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible / Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût
ENV09	Impact de la qualité de l'eau en raison du ruissellement		<ul style="list-style-type: none"> - Déversement de carburants, lubrifiants et autres produits chimiques ; - Les équipements de construction, les véhicules et les ateliers temporaires seront une source probable de pollution en tant que source non ponctuelle 	Minimiser la contamination des eaux de surface	<p>Kamoa va:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Installer et entretenir des dispositifs ou points efficaces d'huile et de graisse dans les infrastructures de ravitaillement en carburant, les ateliers, les dépôts de carburant et les aires de confinement ; - Assurer une séparation de l'eau propre et de l'eau sale, minimiser le ruissellement, éviter l'érosion des sols exposés, éviter la 	Surveillance des eaux de surface	Surveillance de la qualité des eaux de surface	Conformité à la directive sur la qualité de l'eau en RDC	Directeur de l'environnement	Construction	Fermeture	100 000 / an pour la surveillance de la qualité de l'eau

					<p>sédimentation des systèmes de drainage et minimiser l'exposition des zones polluées aux eaux pluviales ;</p> <ul style="list-style-type: none">- Concevoir, construire, entretenir et surveiller les infrastructures de traitement des déchets miniers en conformité avec les normes de la RDC afin de prévenir les impacts d'infiltration de mauvaise qualité ;- Atténuer les eaux de ruissellement des hautes précipitations en utilisant une infrastructure de stockage et de gestion de l'eau sur le site (par exemple,							
--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

					<p>étangs de stockage, puisards, fossés à faible gradient, dérivées de l'eau propre) ;</p> <ul style="list-style-type: none">- Concevoir, construire et entretenir des infrastructures de drainage temporaires pour des périodes de récurrence d'au moins 25 ans / 24 heures, avec des infrastructures permanentes de drainage conçues pour une période de récurrence de 100 ans / 24 heures ;- Concevoir, construire et entretenir des infrastructures de confinement pour les matières dangereuses							
--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

					<p>conformément à leurs fiches de données de sécurité correspondantes ; et</p> <ul style="list-style-type: none"> - Installez des barricades pour limiter l'accès aux routes désaffectées et désengager et reboiser une fois utilisé. 							
ENV09	Contamination due à l'insuffisance des infrastructures sanitaires sur place		Contamination des masses d'eau réceptrices du fait que des infrastructures sanitaires inadéquates sont disponibles sur le site	Minimiser la contamination des eaux de surface	Kamoa veillera à ce que les eaux usées soient gérées via des toilettes chimiques, des toilettes portatives pendant les activités de construction jusqu'à ce que les structures permanentes gèrent et traitent les eaux usées.	Surveillance des eaux de surface	Surveillance de la qualité des eaux de surface	Conformité à la directive sur la qualité de l'eau en RDC	Directeur Environnemental	Construction	Operations	Inclus dans les budgets des entrepreneurs.

	Impact de la qualité de l'eau dû à la rupture du barrage par la TSF 3		Impact résultant de déversements de rejets dans un plan d'eau récepteur à la suite d'une rupture de barrage de rejets miniers.	Minimiser la contamination des eaux de surface	<p>Le barrage à rejets sera conçu, commandé et exploité par des personnes agréées professionnellement.</p> <p>Des directives opérationnelles seront élaborées et suivies. Les audits annuels de sécurité et de stabilité seront effectués par un professionnel indépendant agréé.</p> <p>Les mesures d'urgence seront mises à l'essai et mises en place conformément à la loi.</p>	Etudes sur les lignes directrices opérationnelles	Stabilité du barrage	Conformité aux lignes directrices de la DRC sur la qualité de l'eau	Directeur des opérations	Construction	Fermeture	Inclus dans les coûts opérationnels
--	---	--	--	--	--	---	----------------------	---	--------------------------	--------------	-----------	-------------------------------------

ENV 10	Réduction du bassin versant		Perturbation et réduction du bassin versant en raison de la construction de la TSF	Minimiser l'impact sur le débit dans le plan d'eau récepteur	Kamoa assurera une séparation de l'eau propre et sale et permettra de détourner l'eau propre des activités minières et dans l'environnement naturel	Surveillance des eaux de surface	Surveillance du débit d'eau de surface	Assurer une réduction minimale du débit de surface résultant de la réduction du captage	Directeur de l'environnement	Construction	Fermeture	Inclus dans les coûts opérationnels
-----------	-----------------------------	--	--	--	---	----------------------------------	--	---	------------------------------	--------------	-----------	-------------------------------------

5.4.1.2. Du système de gestion des eaux

A Un système de gestion du bilan hydrique et des eaux pluviales est en cours de développement pour le Projet Kamoa - Kakula. Le bilan hydrique est mis au point à partir des informations disponibles sur la gestion des eaux souterraines, la conception de l'infrastructure d'entreposage des rejets miniers et les bilans hydrologiques des usines.

5.4.1.3. De la destination des eaux usées et autres contaminants

Kamoa ne diluera pas les eaux usées et s'assurera que seules les eaux effluentes conformes seront déversées dans les eaux réceptrices et qu'aucune nappe d'eau naturelle ne sera utilisée pour traiter les eaux usées.

5.4.1.4. De la séparation des eaux usées ou contaminées

L'emplacement de la zone de production, de stockage et du portail à Kansoko est illustré à la Figure 72. Une conception similaire sera développée pour Kakula. Le ruissellement de cette zone sera pollué et devra être géré dans le réseau d'eau sale de la mine. Des bermes sont nécessaires autour du périmètre de la zone pour empêcher le ruissellement des zones en montée entrant dans le site. Le ruissellement du site est recueilli dans des bermes / chenaux situés sur le périmètre nord de la région. Le ruissellement collecté par ces bermes est dirigé vers un barrage de contrôle des eaux pluviales situé au nord du site. La capacité du barrage de contrôle des eaux pluviales sera dimensionnée pour stocker le volume de ruissellement de l'événement tempête de 100 ans sur 24 heures.

Pour calculer le volume de ruissellement qui serait signalé au barrage de contrôle des eaux pluviales, on a utilisé la profondeur de tempête de 24 heures de 139 mm, calculée à l'aide des données quotidiennes sur les précipitations mesurées à la jauge pluviométrique de Solwezi (Zambie). Le ruissellement du bassin versant pour l'événement de 1 sur 100 ans ne sera pas de 100%. Il y aura des pertes à la fois du stockage de la dépression et de l'infiltration. Sur la base d'un bassin versant de 66 ha, un volume d'inondation d'environ 58 000 m³ a été estimé pour l'événement de 100 heures sur 24 heures. Cette capacité est donc recommandée pour le barrage de contrôle des eaux pluviales.

La superficie des barrages d'eaux pluviales à chaque mine sera d'environ 1,5 ha, avec une profondeur de 4 m. Le barrage est supposé être un barrage de coupe et de remplissage avec le matériau du mur provenant du bassin du barrage. Des études géotechniques seront nécessaires pour confirmer l'adéquation des matériaux à la construction des barrages. Les barrages seront probablement revêtus.

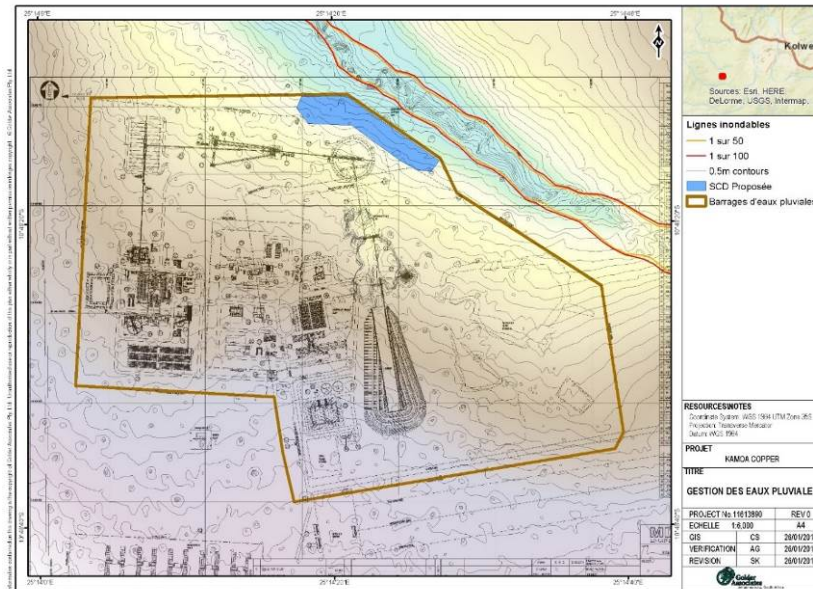


Figure 91: La délimitation de la zone de ruissellement polluée et la mise en place recommandée du barrage des eaux pluviales et des bermes (Mine Kansoko)

5.4.1.5. De la réduction maximale de l'utilisation d'eau fraîche

KAMCO étudie les possibilités de réduire la consommation d'eau fraîche à l'intérieur de l'usine par le biais de la recirculation et des modifications du procédé. Le taux de recirculation sera surveillé et une indication annuelle du taux de recirculation fournie dans le rapport annuel soumis à la DPEM en utilisant la formule suivante:

- $V1 (1 - V3/V4) + V1^f$
Required parameters are missing or incorrect.
 $Tr = V1 + V1^f + V2 \times 100$
- Tr = Taux de recirculation des eaux usées minières à l'usine (%)
- V1 = Volume d'eau usée minière diluée pompée vers l'usine (m³/an)
- V1^f = Volume d'eau usée minière non diluée pompée vers l'usine (m³/an)
- V2 = Volume d'eau fraîche utilisée à l'usine (m³/an)
- diluée pompée vers l'usine (mV3 = Volume d'eau de précipitation/ruissellement à la source d'approvisionnement en eau usée minière 3/an)
- pompée vers l'usine (mV4 = Volume théorique d'eau disponible à la source d'approvisionnement en eau usée minière diluée 3/an).V4 est égal à la somme du volume d'eau de précipitation/ruissellement à la source d'approvisionnement et du volume d'eau usée minière rejetée.

5.4.1.6. De la protection des eaux souterraines

Les mesures d'atténuation pour la protection des eaux souterraines à utiliser par KAMCO sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Les objectifs clés sont de se conformer à la législation minière de la RDC et notamment:

- Établir un réseau de surveillance complet pour couvrir toutes les unités hydrogéologiques potentiellement touchées ;
- Mettre à jour le modèle hydrogéologique pour inclure la zone de la mine de Kakula sur la base de la surveillance et des essais de l'aquifère ; et
- Mettre en œuvre des mesures pour assurer la protection de la qualité et de la disponibilité des eaux souterraines pour les autres utilisateurs des eaux souterraines.

Tableau 147: Programme de gestion des eaux souterraines

ID	Aspect	Phase	Impact	Objectif	Mesures d'atténuation détaillées	Procédures	Mécanisme de surveillance	Cible / Indicateur de performance	Responsabilité	Début	Fin	Coût
ENV 11	Hydrogéologie	Operations	Impact sur la qualité des eaux souterraines associée aux infrastructures minières	Minimiser la contamination des eaux souterraines	Kamoa mettra en œuvre l'atténuation de la contamination en ce qui concerne les impacts des eaux de surface (particulièrement en ce qui concerne la TSF et les WRD); Minimiser l'utilisation de l'eau par les mesures d'atténuation de l'impact des eaux de surface ; Et mettre en œuvre les mesures préventives ARD et ML comme indiqué dans le chapitre sur la gestion des déchets miniers.	Surveillance des eaux souterraines	Surveillance des eaux souterraines	Conformité aux lignes directrices de la DRC sur la qualité de l'eau	Directeur de l'environnement	Construction	Fermeture	Inclus dans les coûts opérationnels

ENV 11	Hydrogéologie	Opérations	Impact sur la qualité des eaux souterraines associée aux infrastructures minières	Minimiser la contamination des eaux souterraines	Surveiller les eaux souterraines dans la zone des infrastructures du procédé Inclus dans les coûts opérationnels (site proche).	Surveillance des eaux souterraines	Surveillance des eaux souterraines	Conformité aux lignes directrices de la DRC sur la qualité de l'eau	Directeur de l'Environnement	Construction	Fermeture	Inclus dans les coûts opérationnels
ENV 11	Hydrogéologie	Opérations	Impact sur la qualité des eaux souterraines associée aux infrastructures minières	Minimiser la contamination des eaux souterraines	Surveiller les eaux souterraines en amont et en aval de la TSF et du WRD	Surveillance des eaux souterraines	Surveillance des eaux souterraines	Conformité aux lignes directrices de la DRC sur la qualité de l'eau	Directeur de l'Environnement	Construction	Fermeture	
ENV 12	Hydrogéologie	Operations	Assèchement des mines souterraines de Kakula et Kansoko	Surveiller les niveaux d'eau souterraine	Kamoa étendra le réseau de surveillance et entreprendra la surveillance de la qualité et des niveaux des eaux souterraines pour déterminer les effets potentiels de l'assèchement et / ou de la contamination des forages locaux et élaborera des mesures d'urgence pour réapprovisionner les communautés locales affectées en eau.	Surveillance des eaux souterraines	Surveillance du niveau de la qualité de l'eau souterraine	Conformité aux lignes directrices de la DRC sur la qualité de l'eau	Directeur des Operations	Construction	Fermeture	Inclus dans les coûts opérationnels

ENV 12	Hydrogéologie	Operations	Réduction de la contribution des eaux souterraines au débit de base	Surveillance du débit d'eau de surface	Kamoa surveillera l'écoulement des rivières du projet afin de vérifier l'impact d'exhaure sur le débit de base des rivières. Si les impacts sont identifiés, des mesures d'atténuation supplémentaires seront étudiées.	Surveillance du débit de surface	Surveillance du débit de surface	Modifications minimales du débit de base de l'eau de surface en raison de l'assèchement	Directeur de l'environnement			Inclus dans les coûts opérationnels
-----------	---------------	------------	---	--	---	----------------------------------	----------------------------------	---	------------------------------	--	--	-------------------------------------

5.4.1.7. De la gestion des rejets des mines

Deux parcs à stériles seront construits (une à Kansoko (500 000m³ et une à Kakula 200 000 m³).

1. Parcs à stériles

En se basant sur le potentiel de production d'acide spécifié dans la réglementation minière en RDC, le KPS et la diamictite supérieure sont des déchets à haut risque qui peuvent nécessiter une barrière artificielle pour limiter les impacts sur le milieu récepteur à proximité de la décharge proposée.

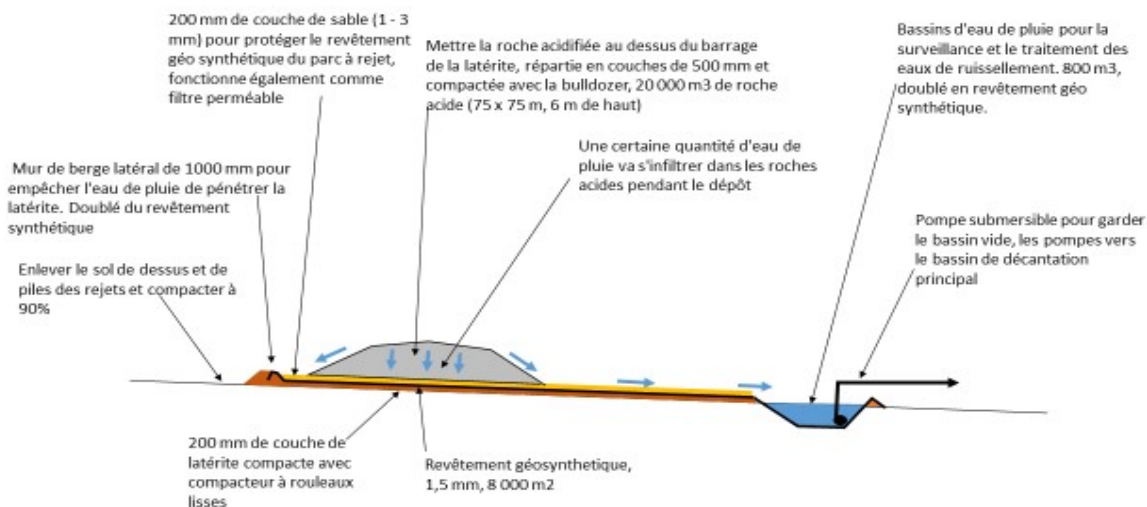
Toutes les autres sources de déchets sont classées comme étant à faible risque et, par conséquent, elles ne nécessitent aucune mesure de confinement et seront probablement utilisées pour l'agrégat de routes ou la construction de murs de rejets miniers. KAMCO anticipe qu'il y aura environ 60 000 tonnes de KPS et de déchets de diamictite supérieure générés à partir de la mine Kansoko et probablement d'une quantité similaire de Kakula. Les mesures temporaires de confinement suivantes seront appliquées pour ces matériaux :

- Des mesures sont en cours de mise à en œuvre par KAMCO pour contenir des déchets acides ;
- Décharge temporaire de roches acides (pour contenir des roches stériles jusqu'à ce que l'infrastructure permanente soit construite);
- Mise au point d'une infrastructure d'entreposage permanente de roches acides avec revêtement en PEHD avec bassin de captage pour contenir de l'eau et des infiltrations provenant de la décharge (voir figures ci-dessous)



Figure 92: Caractéristiques de l'Infrastructure d'entreposage des roches acides de Kansoko

Décharge de roche acidifié



Décharge de roche acide

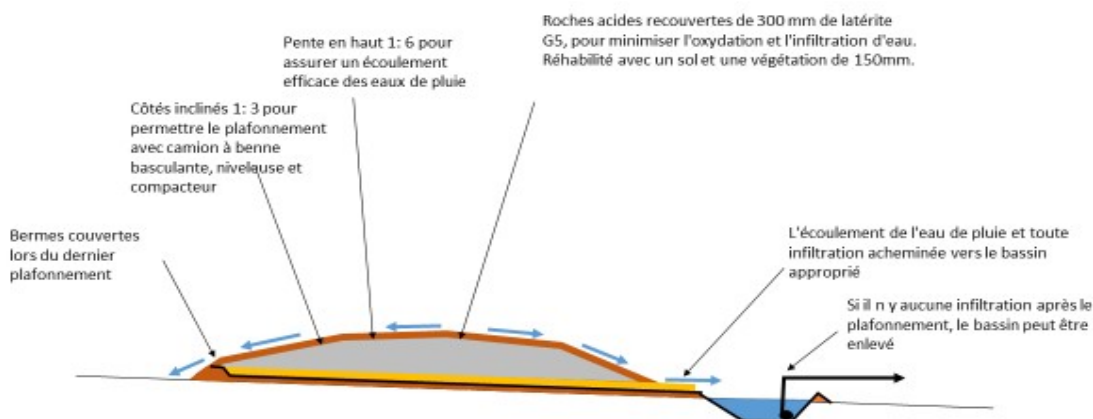


Figure 88. Caractéristique de décharge de roche acide à la mine de Kansoko

Il convient de noter qu'aucun aquifère irremplaçable n'a été identifié dans les zones de KAMCO. Une solution de stockage permanente sera développée en conformité avec la réglementation minière en RDC (c'est-à-dire une infrastructure d'entreposage avec revêtement géosynthétique au sud du TSF ncluant la détection des fuites et la surveillance des eaux souterraines en amont et en aval de l'infrastructure selon les mesures d'imperméabilité de niveau B).

2. Rejets miniers

La législation minière en RDC a été utilisée pour classer le matériel de rejets comme étant à haut risque ou à faible risque. Comme les rejets sont classés comme déchets lessivables, des mesures de confinement de niveau A seront appliquées au stockage des rejets. Le processus suivant est entrepris par KAMCO pour déterminer les mesures de confinement exactes:

Des évaluations géotechniques et hydrogéologiques du site du parc à rejets des mines proposé sont en cours pour déterminer la perméabilité des sols et s'il existe un raccord hydraulique avec un aquifère souterrain. Ces études confirmeront si des améliorations au confinement seront nécessaires (par exemple, le compactage du sol pendant le défrichage du site ou une forme de revêtement) ou si aucune mesure supplémentaire n'est requise.

5.4.1.8 Description des mesures de surveillance de la qualité de l'eau

1. Les eaux de surface

Le programme de surveillance des eaux de surface consiste en un réseau d'écoulement et de qualité. Les mesures du niveau d'eau ont commencé en 2010 (décembre) avec huit stations de surveillance des débits pour les études de référence. Le réseau de surveillance a ensuite été étendu à 14 stations à la fin de 2013 et à nouveau en 2016 pour couvrir la zone de Kakula.

2. Eau souterraine

Un programme de surveillance des eaux souterraines est en place depuis 2010 à Kamoia. Le réseau de surveillance est en train d'être élargi et certains forages effectués au cours du programme actuel de forage de faisabilité seront intégrés au programme de surveillance et au niveau des eaux souterraines et de qualité.

5.4.1.9. Des infrastructures des puits d'observation

Des puits de suivi des eaux souterraines seront établis autour des parcs à rejets des mines et de l'infrastructure de stockage des rejets selon les exigences de la législation minière en RDC. Spécifiquement :

- Des puits d'observation doivent être installés en amont et en aval de l'aménagement à surveiller ;
- Le nombre et l'emplacement des puits varient en fonction de la configuration de l'aménagement et du contexte hydrogéologique du site ; et
- Un minimum de trois puits sera construit autour des aires d'accumulation des rejets des mines et au tour des parcs à rejets des mines.

5.4.1.10. De la fréquence d'analyse de l'eau

La fréquence de l'analyse de la qualité de l'eau souterraine sera de quatre (4) fois par an en Février, fin Maidébut Juin, Août et fin Novembre pour les principaux ions, la conductivité électrique et le pH.

Pour les autres paramètres, les résultats de l'analyse seront effectués deux (2) fois par année à la fin de Mai, au début de Juin et en Août.

5.4.1.11. Du suivi de la piézométrie

La profondeur de l'eau souterraine (piézométrie) sera mesurée tous les mois dans tous les forages et les détails seront enregistrés.

5.4.2. Des seuils de pollution

5.4.2.1. De la concentration maximale des contaminants dans l'eau

Le tableau ci-dessous présente les lignes directrices de la DRC pour les rejets d'effluents dans l'eau réceptrice qui seront surveillés par KAMCO.

En plus, KAMCO comparera les données de surveillance avec les lignes directrices sur les effluents et entreprendra des investigations et des mesures d'atténuation supplémentaires si des non-conformités sont identifiées.

Tableau 148: Exigences au point de déversement de l'effluent final

Paramètres	Unités	Concentration maximale acceptable dans un échantillon instantané (Loi Congolaise)
Matières en suspension	mg/l	100
pH	S.U.	6 to 9
COD	mg/l	
BOD5	mg/l	50
huile et graisse	mg/l	20
Arsenic	mg/l	0.40
Cadmium	mg/l	-
Chromium (VI)	mg/l	-
Cuivre	mg/l	1.5
Cyanure	mg/l	2.00
Hydrocarbure	mg/l	10.00
Fer (total)	mg/l	6.00
Paramètres	Unités	Concentration maximale acceptable dans un échantillon instantané (Loi Congolaise)
Plomb	mg/l	0.5
Mercurure	mg/l	0.002

Nickel	mg/l	1.00
Temperature	°C	5 degré C au maximum du niveau de température ambiante des eaux de réception et 3 degré maximum si les eaux de réception > 28 degré C.
Zinc	mg/l	10

1. Les infrastructures sanitaires

Des infrastructures d'évacuation et d'assainissement spécifiques seront établies à chaque site minier. KAMCO va probablement se procurer et installer un système de traitement des eaux usées d'égouts à chaque site. Ce système comprend principalement :

- Une fosse septique à deux étages ;
- 10 000A bioréacteurs et clarificateur pour séparer les solides en suspension ;
- Réservoir de stérilisation ;
- Système de stérilisation à l'ozone, rendant l'ensemble du produit chimique libre, logé dans le réservoir de stérilisation ; et
- Approvisionnement en eau propre pour permettre le remplissage initial de l'infrastructure pendant l'infrastructure sur place, ainsi que pour le nettoyage et l'entretien courant du système de traitement.

Le système consiste en une combinaison de réacteurs anaérobies, anoxiques et aérobies pour obtenir un effluent faible en composés organiques dissous ainsi qu'une faible teneur en azote total. La qualité prévue de l'effluent final est conforme aux normes de la DRC comme suit :

- COD: < 75 mg / l ;
- Ammoniac Nitrogène: < 5mg / l ;
- Nitrate d'azote: < 5 mg / l ;
- Formes de coli fécaux: 500 / 1 000 ml ; et
- pH: < 8,5

2. Le système de traitement des eaux usées

À l'heure actuelle, aucun système de traitement des eaux usées (à part pour l'infrastructure d'assainissement ci-dessus) est proposé à Kamoa car les mesures actuelles de gestion de l'eau devraient donner lieu à des effluents conformes au respect de la qualité des rejets des effluents de la RDC. Si le suivi indique une nonconformité aux

directives sur la qualité des effluents, KAMCO étudiera les mesures correctives et, le cas échéant, les options supplémentaires de traitement de l'eau.

5.4.3. Des mesures de suivi de la qualité des eaux

5.4.3.1. De la description des mesures de suivi de la qualité des eaux

1. Les eaux de surface

Le programme de surveillance des eaux de surface consiste en un réseau d'écoulement et de qualité. Les mesures du niveau d'eau ont commencé en 2010 (Décembre) avec huit stations de surveillance des débits pour les études de référence. Le réseau de surveillance a ensuite été étendu à 14 stations à la fin de 2013 et à nouveau en 2016 et en 2019 pour couvrir la zone de Kakula. Les détails du programme de surveillance sont présentés dans cette étude et aux emplacements de surveillance en annexe. Des rapports annuels de surveillance seront envoyés à la DPEM.

2. Eau souterraine

Un programme de surveillance des eaux souterraines est en place depuis 2010 à Kamoia. Le réseau de surveillance est en train d'être élargi et certains forages effectués au cours du programme actuel de forage de faisabilité seront intégrés au programme de surveillance et au niveau des eaux souterraines et de qualité. Les emplacements de surveillance sont présentés en annexe et les détails du programme de surveillance. Des rapports de suivi annuels seront envoyés à la DPEM.

5.4.4. De la fréquence et du contrôle de la qualité des eaux de surface et souterraines

5.4.4.1. Du contenu du programme de fréquence et de contrôle de la qualité des eaux

1. Programme de surveillance de la qualité de l'eau après la fermeture du site

Le programme de surveillance des eaux de surface et des eaux souterraines se poursuivra comme indiqué ci-dessus jusqu'à la fermeture, lorsque les exigences du code minier de la RDC seront respectées et que le programme de surveillance sera modifié pour satisfaire aux exigences précisées énumérées.

La surveillance se fera de la manière que voici :

- Lorsque des déchets sont toujours produits suite à la réhabilitation, une station d'échantillonnage pour ces déchets sera placée à tout point de rejet ;
- La qualité de toute eau de surface provenant d'une autre source potentielle de contamination sera également vérifiée ; et

- Les échantillons seront analysés et le débit à partir des points de refoulement mesurés selon la fréquence et la durée indiqués dans le tableau ci-dessous.

Tableau 149: Catégories d'emplacement, fréquence minimale du contrôle et durée minimale du suivi de l'eau de surface et souterraine

Emplacements Visés	Fréquence D'échantillonnage Age Minimal	Durée Minimale De La Surveillance Apres Fermeture Du Site
Emplacements utilisés pour la gestion de rejets des mines :		
1 mines et fosses utilisées pour la gestion de rejets des mines lixiviables et cyanurés	2 fois par année	5 ans
2 mines et fosses utilisées pour la gestion de rejets des mines acidogènes	3 fois par année	10 ans
Emplacements Visés	Fréquence D'échantillonnage Age Minimal	Durée Minimale De La Surveillance Apres Fermeture Du Site
3 les aires d'accumulation de rejets des mines lixiviables et cyanurés	2 fois par année	5 ans
4 les aires d'accumulation de rejets des mines acidogènes	3 fois par année	10 ans
5 les aires d'accumulation de rejets des mines à risques élevés	4 fois par année	20 ans

2. Emplacements affectés ou contaminés par l'activité minière :

1	présence de sulfures	3 fois par année	10 ans
2	tout autre contaminant	2 fois par année	5 ans

La surveillance post-fermeture ne sera abandonnée qu'une seule fois:

Il est démontré que les seuils de qualité de l'eau souterraine ne sont pas dépassés ou que l'intervention n'est plus justifiée.

5.4.4.2. Des paramètres de suivi annuel et le calcul des charges

KAMCO fournira des détails à la DPEM sur les paramètres annuels de surveillance de la décharge des effluents énumérés au Tableau ci-dessous y compris les charges de pollution calculées (la charge mensuelle en kilogrammes (kg) pour chaque paramètre de chaque type de déchet final sera calculée en multipliant le résultat de la concentration

moyenne mensuelle obtenue pour un paramètre donné par le volume mensuel de déchets finaux obtenu à partir de la moyenne des débits quotidiens mesurés multipliée par le nombre de jours arrondi à la première décimale où il y a eu un flux de déchets finaux pendant le mois. Le calcul des charges annuelles de chaque type de déchet final est obtenu en ajoutant tous les résultats des charges mensuelles de chaque paramètre pour l'année considérée.

Tableau 150: Groupes de Paramètres de suivi annuel

Groupes	Groupe 1		Minéraux et éléments métalliques	Groupe 2	Groupe 3
	Paramètres conventionnels	Nutriments			
PARAMÈTRES	Alcalinité Chlorures Conductivité DBO5 DCO Dureté Fluorures Solides dissous Solides totaux Substances phénoliques Sulfates	Azote ammoniacal Azote total Kjeldahl Nitrates + nitrites Phosphore total	Aluminium Arsenic Cadmium Calcium Chrome Cobalt Fer Magnésium Manganèse Mercure Molybdène Potassium (Radium 226) Silice Sodium	Cyanates Thiocyanates	Sulfures Thiosulfates

5.4.4.3. Du système de mesures d'enregistrement de débit et du pH

A tous les points de décharge, KAMCO va :

Mettre en place des systèmes de surveillance continue du débit et du pH équipés d'alarmes pour indiquer les non-conformités du pH ou les débits excessifs ;

- Noter le débit de décharge quotidien en m³ / h ;
- Maintenir et inspecter les moniteurs de pH et de débit sur une base hebdomadaire et calibrer au moins une fois par an pour l'écoulement et hebdomadaire pour le pH ; et
- Noter toutes les inspections, les vérifications de la précision du système de mesure du pH et les réglages et réparations effectués au site de mesure et d'enregistrement du débit et du pH.

Les dossiers contiendront les renseignements suivants :

- La méthode utilisée pour vérifier l'exactitude ; et
- La précision du système de mesure du débit après avoir vérifié l'erreur de mesure du débit avant de vérifier l'exactitude et l'indication de la cause de l'erreur.

5.4.5. De la fréquence et les méthodes des échantillonnages à l'effluent final

Le point final d'évacuation des effluents de chaque site minier sera surveillé selon le tableau suivant:

Tableau 151: Fréquence d'échantillonnage, d'analyse et de mesures à l'effluent final

FRÉQUENCE	3/semaine	1/semaine	1/mois	Annuel
	CN totaux MES pH Débit	As Cu Fe Ni Pb Zn	Toxicité aiguë	Paramètres des groupes 1 à 3

Au point de rejet final, KAMCO prélèvera une fois par mois, le même jour que le programme régulier de surveillance des eaux de surface pour les paramètres de surveillance énumérés dans le tableau ci-dessous présente les lignes directrices de la RDC pour les rejets d'effluents dans l'eau réceptrice qui seront surveillés par Kamoia.

En plus, KAMCO comparera les données de surveillance avec les lignes directrices sur les effluents et les entreprises des enquêtes et des mesures d'atténuation supplémentaire et des non-conformités sont identifiées. Les résultats seront analysés pour déterminer toute toxicité aiguë (poisson de rivière indigène et crustacé de rivière).

5.4.5.1. De la régularisation du débit de l'effluent final

Le débit de l'effluent final sera contrôlé et laminé de manière à demeurer le plus uniforme possible au cours de l'année dont les eaux usées sont emmagasinées pendant de longues périodes, les débits à déverser seront minimisés et répartir proportionnellement les volumes à déverser sur la plus longue période possible afin de s'ajuster avec les débits du milieu récepteur.

CHAPITRE V : DES MESURES D'ATTENUATION ET DE REHABILITATION DES RISQUES DE DEGRADATION DES SOLS

KAMCO mettra en œuvre la procédure suivante pour la gestion des sols enlevés lors des opérations d'exploitation.

5.5.1. Identification de la couche arable et du sous-sol

Il est important de comprendre la nature et la profondeur de la couche superficielle et du sous-sol qui seront défrichés afin de développer le processus le plus efficace de manipulation, de stockage et de remplacement des sols. Le mélange des couches du sous-sol et de la couche superficielle du sol peut entraîner une détérioration de la fertilité et de la qualité du sol, ce qui entraîne une mauvaise réhabilitation. Il est donc important de bien comprendre les profondeurs du sol et du sous-sol dans les zones à défricher. KAMCO appliquera donc les procédures suivantes:

- Définir clairement les types de sols, les zones de sol à arracher, les itinéraires de routes de transport et les emplacements des stocks sur une carte ;
- La profondeur du sol et du sous-sol sera déterminée avant le déboisement, à travers un minimum de 1 fosse de sol par hectare de terrain à défricher et des stocks séparés sans mélange de sous-sol et de terre végétale autorisés ; et
- Des instructions claires seront développées pour indiquer au(x) entrepreneur (s) en charge de retourner le terrain (s) la profondeur de défrichement pour chaque site spécifique.

1. Décapage du sol

Avant de commencer les travaux sur place, la terre végétale de toutes les zones qui seront perturbées par les activités de construction ou entraînées par les véhicules sera enlevée par des équipements adaptés à la taille du site, aux conditions du sol, au volume de terre à défricher.

Le processus est le suivant :

- 1) Enlever la végétation de surface par scarification et ratisser, ou en abattant les arbres à donner à la communauté locale. Aucun feu n'est autorisé.
- 2) Le décapage doit être entrepris par l'excavatrice debout à la surface de la terre végétale, en creusant la couche arable à sa profondeur maximale et en le chargeant dans des véhicules de transport situés sur site ou hors site.
- 3) La couche superficielle du sol doit être placée dans des stocks de terre végétale

2. Décapage du sous-sol

La couche superficielle du sol doit d'abord être enlevée de toutes les zones à partir desquelles le sous-sol doit être enlevé pour réutilisation.

Dans chaque unité de sol, les couches de sol au-dessus de la couche de base / formation sont enlevées dans des bandes séquentielles pouvant atteindre 6 m de large (portée d'une excavatrice à 360 °).

L'utilisation d'un godet excavateur avec des dents est préférable à l'utilisation d'un excavateur qui n'en a pas. Lorsqu'il y a une couverture de terre végétale, cette couche est enlevée avant d'enlever le sous-sol à la profondeur spécifiée.

Le Sous-sol est à placer dans des stocks de sous-sols et non mélangé avec de la terre végétale.

3. Des conditions météorologiques défavorables

Si des pluies abondantes soutenues (p. Ex.> 10 mm en 24 heures / tempête à grande échelle) se produisent pendant les opérations de décapage des sols, les travaux doivent être suspendus et ne pas redémarrer avant que le sol ait au moins une journée entière sèche ou des critères d'humidité convenus, teneur en humidité du sol). Un sol plus léger (par exemple un sol sablonneux de drainage libre) peut généralement être déplacé à une teneur en humidité plus élevée avec moins de risque de dommages par rapport à un sol lourd (par exemple, un sol argileux).

4. Points clés

Retirer la terre végétale à l'état le plus sec possible :

- Utilisez autant que possible l'équipement approprié pour réduire le compactage ; Confiner le mouvement des camions vers des parcours temporaires désignés ; et Maintenir les stocks de sous-sol et de terre arable séparés.

5. Stockage des sols

Le sol sera stocké dans une zone du site où il peut être laissé sans y être perturbé et ne sera pas utilisé dans les opérations du site, mais assez proche pour la facilité d'utilisation pour la réhabilitation simultanée. Le sol à utiliser pour le stockage de la couche arable doit être débarrassé de la végétation et de tout déchet provenant de la construction (par exemple, la construction de déblais et de matériaux de remblai). Les contremaîtres indiqueront clairement où seront stockés les sols et le sous-sol :

- Différents stocks seront développés pour les sols et sous-sols ;
- Le Département de l'environnement cartographiera et estimera la quantité de terre végétale et de sous-sol stockés dans les stocks ; et

- La terre végétale sera d'abord dépouillée de tout terrain à utiliser pour entreposer le sous-sol.

6. Sous-sols et sols non-plastiques

Tous les arénosols dans la zone du projet ne sont pas en plastique en raison de leur faible teneur en argile (moins de 10%). Néanmoins, la présence du matériau conglomérat qui sous-tend le gisement de sable du Kalahari entraîne un engorgement dans la zone de DILUNGU pendant la saison des pluies; Plinthic Alisols, Podzols Hapliques et Ferralsols Arenic avec du sable ou des matériaux sableux ne sont pas en plastique.

Le traitement et le stockage suivants seront entrepris pour ces sols :

- Le sol est lâche en tas dans un camion à benne basculante ;
- Lorsque la totalité de la zone de stockage a été remplie de tas, une machine à chenilles (pelleteuse ou bulldozer) les nivelle et raffermi la surface afin d'obtenir une deuxième couche de tas ;
- Cette séquence est répétée jusqu'à ce que le stock atteigne sa hauteur prévue (< 2 m pour les sols et < 4 pour les sous-sols) ; et
- Pour aider à déverser l'eau de pluie et prévenir l'étanchéité et l'infiltration, une machine à chenilles compacte et re-classe les côtés et le haut du stock pour former un gradient lisse.

7. Sols en plastique humides

Cambisol sont les sols plastiques les plus humides en raison de la teneur élevée en argile (environ 40% d'argile). Considérant que tous les Plinthosols, Acrisols, Alisols Epydric, Ferralsols Rhodic, Haplicalsols, Haïx Cambisols et Pluritic Cambisols sont en plastique humide avec une texture argileuse.

Pour ces sols, la manutention et l'entreposage suivants seront entrepris :

- Le sol est incliné dans une ligne de tas pour former un «tas d'andain», en commençant au point le plus éloigné dans la zone de stockage et en travaillant en arrière vers le point d'accès ;
- N'importe quel andain supplémentaire est espacé suffisamment pour permettre à l'infrastructure de suivre l'accès entre eux afin que le sol puisse être empilé jusqu'à une hauteur maximum de 2 m ;
- Pour éviter le compactage, aucune machine, ne peut traverser le tas d'andain ;
- Une fois que le sol a séché et est non plastique de consistance (cela nécessite généralement plusieurs semaines de temps sec et venteux ou chaud), les andains sont combinés pour former des stocks plus importants, à l'aide d'une pelle sur chenilles ; et

- La surface du stock est ensuite regravée et compacté par une machine à chenilles (bouteur ou excavatrice) pour réduire l'infiltration des eaux de pluie.

8. Emplacement et stabilité des stocks

Les stocks ne seront pas placés dans la racine ou la couronne d'arbres, ni à proximité de fossés, de cours d'eau ou de fouilles existantes ou futures. Le sol aura un angle naturel de repos de jusqu'à 40° selon la texture et la teneur en humidité mais, si des stocks stables doivent être formés, les angles de pente doivent normalement être inférieurs à cela.

Pour les stocks qui doivent être ensemencés et entretenus, une pente latérale maximale de 1 po 2 (25°) est appropriée.

9. Protection et entretien des stocks

Une fois la réserve terminée, la zone sera protégée par une clôture sécurisée pour éviter toute perturbation ou contamination par d'autres activités de construction. Si le sol doit être stocké pendant plus de six mois, la surface des stocks sera ensemencée avec un mélange herbe / trèfle pour minimiser l'érosion du sol et aider à réduire l'infestation par les mauvaises herbes nuisibles qui pourraient répandre les semences sur les terres adjacentes.

10. Inspections

Les stocks de sols seront inspectés mensuellement pendant la construction dans le cadre des audits de sites environnementaux.

Les audits environnementaux:

- Vérifier la conformité de l'entrepreneur avec l'enlèvement et le stockage du sol et du sous-sol ;
- Fournir des instructions pour les améliorations ;
- La surveillance annuelle de la fertilité des sols sera effectuée comme suit ;
- Examen visuel - structure du sol, consistance, matière étrangère, etc. ;
- Analyse granulométrique (texture) et teneur en pierre ;
- Les valeurs de pH et de salinité ;
- Le contenu des principaux éléments nutritifs des plantes ;
- La teneur en matière organique ; et
- Les niveaux maximaux de contaminants potentiels (par exemple métaux lourds et hydrocarbures).

Rapport annuel à produire avec des recommandations pour l'entretien des stocks de sols.

11. Remplacement du sol

Remplacer les sols pour la réhabilitation.

La méthode de décolmatage (épandage du sol)

- a) Desserrer le sous-sol du sol récepteur.
- b) Charger la terre végétale du stock.
- c) Recouvrir la terre arable sur le sous-sol desserré.
- d) Niveller le sol végétal.
- e) Reboiser en utilisant des graines indigènes.

La méthode de décolmatage (épandage du sol et du sous-sol)

- a) Desserrer le substrat du sol récepteur ;
- b) Charger le sous-sol du stock ;
- c) Remettre le sous-sol sur un substrat desserré ;
- d) Niveller le sous-sol ;
- e) Remettre la terre végétale ;
- f) Répandre la terre végétale sur le sous-sol à l'aide d'une excavatrice travaillant sur un substrat ; et
- g) Reboiser en utilisant des graines indigènes.

Épaisseur du sol

L'épaisseur de la couche superficielle du sol dépendra de la profondeur d'enracinement attendue des plantes à établir et de la qualité du sous-sol sous-jacent. Les arbres et les arbustes ont besoin d'une profondeur d'enracinement beaucoup plus grande que les herbes, bien que cela ne doive pas être entièrement constitué de terre végétale. La terre végétale d'au moins 150 mm de profondeur est souhaitable pour l'herbe et peut avantageusement être placée plus profondément (jusqu'à un maximum de 400 mm d'épaisseur) pour les arbres et les arbustes.

Culture de la terre végétale

Après ré-épandage de la couche arable, toute granulométrie compacte doit être décomposée par culture appropriée pour obtenir un sol fin adapté à la plantation (taille maximale des agrégats de < 50 mm), la tourbe et l'ensemencement (< 10 mm maximum agrégé).

La couche superficielle qui a été stockée dans un stock est souvent compacté et anaérobie.

Il doit donc être cultivé à sa pleine profondeur en utilisant un équipement de travail du sol approprié pour décompacter et entièrement re-aérer. Ce n'est que lorsque la terre végétale a été complètement re-aérée qu'elle sera satisfaisante pour la plantation, le tourbillonnement ou l'ensemencement.

Plus d'une culture peut être nécessaire pour aérer de nouveau toute l'épaisseur de la couche arable. Les matériaux indésirables (par exemple les pierres, les matériaux de remplissage et la végétation de plus de 50 mm de toute dimension) amenés à la surface pendant la culture doivent être enlevés par cueillette ou ratissage.

Soin du sol

- Après le placement de la couche arable, les mesures suivantes doivent être prises ; et
- Les sols doivent être surveillés deux fois par année pour déterminer les conditions du sol (c'est-à-dire anaérobies, pourrissant) afin de déterminer si un traitement de sol supplémentaire est nécessaire.

Sols excédentaires

Si les sols sont excédentaires, ils devraient être stockés à proximité de l'infrastructure de stockage des rejets miniers (TSF) et des parcs à stériles pour les activités de réhabilitation simultanées.

Prise et importation de la couche arable

Si aucune terre végétale n'est disponible pour les travaux de réhabilitation, il peut être nécessaire de trouver de la terre végétale à partir de sources extérieures. Avant toute prise de terre végétale, une enquête et une évaluation complètes seront effectuées en tenant compte:

- Approvisionnement en terre végétale naturelle provenant des zones de caisses d'emprunt et des zones de construction ;
- La fabrication du sol sur le site; et / ou
- Obtention de sols naturels auprès d'entrepreneurs agréés.

5.5.1. Volume total des sols à stocker

Une fois la planification finale terminée, le volume total de la couche superficielle et du sous-sol à stocker sera déterminé.

5.5.2. De remblayage

Le remblai de mine n'est actuellement pas considéré par KAMCO. Si le remblayage devient une option, les informations suivantes seront fournies à la Direction de Protection de l'Environnement Minier :

- Le type de remplissage prévu, notamment hydraulique ou un type quelconque de compose ;

- La composition des déchets et des additifs, le cas échéant, utilisés pour le remplissage souterrain ;
- La quantité de matériaux ou de déchets enfouis ; et
- Une démonstration de l'innocuité à long terme du matériau de remplissage composé afin d'atténuer tout impact sur l'eau souterraine et le pompage de l'eau."

5.5.3 De la gestion des rejets des mines

5.5.3.1. Des conditions générales relatives aux rejets des mines

Comme il est indiqué ci-haut, au cours des premières années d'exploitation minière dans chaque site minier ou lorsque des emplacements appropriés ne sont pas disponibles, de petites quantités de déchets peuvent être stockées dans des aires d'accumulation situées près des portails d'accès aux mines. Il est à noter que, typiquement, seules les portails d'accès à la mine, les inclinés et les puits d'évacuation sont concernés, ce qui représente 500 000 m³ à Kansoko et 200 000 m³ à Kakula et est minime. Une petite quantité (60 000 kT) de roche acide sera générée à partir de la construction du puits de l'incliné de Kansoko) qui seront spécifiquement stockés et encapsulés pour minimiser tout risque.

Les roches usées seront utilisées comme matériau d'agrégat (pour la construction de routes et les terrasses de végétaux) et pour la construction du parc à rejets des mines. Tous les stériles restants resteront souterrains sous forme de goujons aléatoires ou pour la construction de barrières de contrôle de la ventilation. Les parcs à stériles seront construits en utilisant les principes suivants de conception et de maintenance :

- Des spécifications de terrasse et de hauteur de levage appropriées basées sur la nature du matériau et les considérations géotechniques locales pour minimiser l'érosion et réduire les risques pour la sécurité;
- Veiller à ce que les changements potentiels des propriétés géotechniques dans les décharges dues à des intempéries chimiques ou biologiquement catalysées soient surveillés ;
- Placer un système de couverture approprié qui empêcherait les précipitations de percoler dans le corps de la décharge pour les parcs a stériles fermés qui ne sont pas nécessaires pour la construction futur de la mine ;
- Des facteurs de sécurité appropriés ; et
- Mesures de réduction de l'érosion éolienne (par exemple par la réhabilitation simultanée de zones fermées et l'établissement d'écrans végétatifs périphériques).

5.5.3.2. Des conditions particulières à chaque rejet

1. Rejets des mines acidogènes

Comme indiqué ci-dessus, KAMCO prévoit qu'il y aura environ 60 000 tonnes de KPS et de déchets de Diamictite supérieure générés à partir de la mine Kansoko et probablement une quantité similaire de Kakula. Les mesures de confinement suivantes seront appliquées pour ces matériaux :

- Un tapis de latérite compacté avec des bermes sera construit sur le dessus de la décharge de déchets de Kansoko et le dépôt de roche de déchets proposé à Kakula pour contenir la roche acide et minimiser l'infiltration d'acide potentiel ;
- Une fois que le KPS et les déchets de diamictite supérieurs ont été vidés, KAMCO le recouvrira avec du sol compact pour réduire l'oxydation et l'infiltration d'eau ; et
- Les eaux souterraines autour de parcs à stériles seront surveillées et les eaux de ruissellement seront collectées et surveillées.

Il convient de noter qu'aucun aquifère irremplaçable n'a été identifié dans les zones de Kansoko ou de Kakula. Une solution de stockage permanente sera développée en conformité avec le code minier de la RDC (c'est-à-dire une aire d'accumulation avec revêtement géosynthétique incluant la détection des fuites et la surveillance des eaux souterraines en amont et en aval de l'infrastructure selon les mesures de perméabilité de niveau B).

5.5.3.3. Des aires d'accumulation et les parcs à rejets des mines

1. Aires d'Accumulation

Les mesures spécifiques de protection de l'environnement pour l'Aire d'Accumulation comprendront:

- Les travaux préparatoires associés à l'aire d'accumulation sont actuellement prévus comme suit (EPOCH, 2016) ;
- Décapage, manutention et entreposage du sol pour une future réhabilitation à une profondeur de 300 mm sous l'aire d'accumulation ;
- Le portail d'entrée de la mine à une profondeur de 500 mm sous le remblai du mur de démarrage ;
- Une clôture compacte sous le remblai de la phase 1 comprend les éléments suivants :
 - La profondeur requise doit être suffisamment profonde pour enlever la couche de sables du Kalahari ;
 - 10 m de largeur ;

- 1V: pentes latérales de 1,5 H ; et
- Couche de terre enrichie en bentonite compacte de 3,5 m de largeur pour éviter les infiltrations excessives sous le mur.
- Un remblai de mur de terre compacté ;
- Un rideau draine à l'intérieur du mur de retenue, pour réduire la surface phréatique à travers le mur. Cela comprendra les éléments suivants :
 - Démarrer 1 m sous le haut du mur, se terminant à la base du mur et 1 m de large. Celui-ci comprend un matériau filtrant ;
 - Un tuyau perforé de 160 mm à la base du drain Rideau ;
 - Un tuyau d'évacuation non perforé de 160 mm, évacuant l'eau du mur ; et □
 - Un tuyau non perforé de 300 mm pour transporter l'eau.
- Des trous principaux à chaque tuyau de sortie pour surveiller les écoulements de drain ;
- Une tranchée d'écoulement d'eau de pluie et une berme autour de l'aire d'Accumulation des rejets à partir de laquelle l'eau est dirigée loin de l'Aire d'Accumulation des rejets. La tranchée de solution trapézoïdale a les dimensions suivantes :
 - 1,0 m de profondeur ;
 - 1,0 m de largeur ; et
 - 1V: pentes latérales de 1,5H.
- Un canal de dérivation des eaux pluviales avec sa paroi de berme coupée-remplie associée aux dimensions suivantes :
 - 1,0 m de profondeur ;
 - 1,0 m de largeur ; et
 - 1V: pentes latérales de 1,5H.
- Un tuyau d'évacuation de tuyauterie en béton de 900 ND classe 150D constitué de prises individuelles intermédiaires et d'une prise d'anneau de dérivation en béton préfabriqué vertical à double fin verticale 510 ND ;
- Une bande de 1 500 microns le long du fond de la vallée et d'environ 200 m de large, afin d'empêcher les rejets d'eau de s'infiltrer à travers le sable hautement perméable du Kalahari ;
- Un pipeline de 450 ND sur la longueur du mur de retenue de l'Aire d'Accumulation ; et
- Un réservoir d'eau de retour en béton armé à deux compartiments (RWS).

Pendant les opérations, l'Aire d'Accumulation des rejets des mines sera gérée selon les normes congolaises.

2. Stabilité Géotechnique des rejets et déchets de roche et stabilité structurelle de gestion d'eau

Conformément à Règlementation de la RDC, KAMCO veillera à ce que les plans définitifs de l'Aire d'Accumulation et des parcs à stériles tiennent compte des éléments suivants :

- Les techniques d'étude du site: pour déterminer les propriétés des matériaux tels que le remblai, les fondations et autres structures, ainsi que les méthodes pour mettre ces structures en place et les méthodes de compactage doivent être effectuées conformément aux méthodes les plus récentes ;
- Des calculs de stabilité appropriés doivent être effectués et tenir compte des conditions à long terme susceptibles d'affecter les structures, y compris les charges statiques et dynamiques ;
- Un coefficient sismique approprié doit être utilisé pour les analyses de stabilité sismique, c'est-à-dire un coefficient sismique avec une probabilité annuelle de dépassement de 1 sur 476 ans (10% sur une période de 50 ans) pour les sites contenant des matières non acides Probabilité de dépassement de 1 sur 1 000 ans pour les sites à production d'acide ;
- Le coefficient de sécurité de la stabilité de pente doit être supérieur à 1,5 pour les analyses de stabilité statique et de 1,1 à 1,3 pour les analyses pseudo-statiques ;
- Des mesures appropriées doivent être prises pour s'assurer qu'aucune toxine des zones de stockage des rejets ne pénètre dans les eaux souterraines. Différentes exigences sont applicables en fonction de la nature géochimique et de la toxicité du produit de rejets ; et
- Les problèmes d'érosion de surface doivent être contrôlés en plantant de préférence la végétation. Les problèmes d'érosion dans les matériaux non consolidés doivent être éliminés en réduisant le gradient hydraulique. Si des matériaux de granulométrie différente sont mis en contact les uns avec les autres, des critères de filtrage appropriés doivent être respectés.

3. Plans topographiques

Des plans topographiques sont en cours d'élaboration pour les parcs a stériles.

4. Pentefinales

Les pentefinales de l'Aire d'Accumulation des rejets des mines sont indiquées ci-haut et sont conçues pour tenir compte des facteurs de sécurité adoptés ainsi que pour la réhabilitation concomitante.

Les parcs à stériles finales (si elles existent) seront conçues pour permettre le recouvrement et la végétation des parois latérales en utilisant les sous-sols disponibles et le couvert végétale.

5. Paramètres de couverture et surveillance

Une couche minimale de terre végétale d'au moins 150 mm de profondeur sera placée sur l'Aire d'Accumulation des rejets des mines à la fermeture des stocks stockés autour de l'Aire d'Accumulation des rejets des mines. La surveillance de la couverture et des taux de végétation sera effectuée dans le cadre de la surveillance de fermeture.

6. Exigences d'entretien

Des procédures spécifiques de maintenance et d'exploitation sont actuellement en cours d'élaboration pour l'Aire d'Accumulation des rejets des mines sur la base de la législation congolaise. La surveillance de la stabilité géotechnique et l'entretien continu seront inclus dans les procédures générales pour l'entretien des parcs a stériles.

5.5.3.2. Du contrôle de la stabilité des ouvrages

Toutes les structures de KAMCO, y compris les infrastructures souterraines et l'affaissement de surface, seront surveillées chaque année à la suite d'événements climatiques exceptionnels par un ingénieur géotechnique. Les archives seront conservées et des mesures correctives seront mises en œuvre pour assurer la sécurité de la structure.

5.5.4 De la gestion des produits chimiques, déchets solides et déchets dangereux

5.5.4.1. Des mesures d'atténuation relatives aux produits chimiques

Tous les produits chimiques seront transférés et stockés dans des infrastructures spécialisées conformément à leur FS correspondante. Voici une brève description de la manière dont ces produits chimiques et réactifs sont utilisés : -

Collecteur - mélangé sous forme de solution à 25% et transféré dans un réservoir de stockage où il est dosé via de petites pompes de dosage et un réservoir de dosage à étages multiples aux points d'addition du circuit de flottation, au besoin.

- Promoteur - sera transféré dans un petit réservoir de stockage de 200 lt tambours et ajouté comme il est au circuit en utilisant de petites pompes doseuses ;

- Frother - sera transféré dans un petit réservoir de stockage de 200 lt tambours et ajouté comme il est au circuit via de petites pompes de dosage et le réservoir de dosage multi-étages nouvellement installer ; et
- Flocculant - sera pompé par pompes de dosage à l'épaississant de rejets de flottation ; Et l'épaississant concentré.

Tous les explosifs sont stockés dans un entrepôt sécurisé sur place. Le bâtiment de stockage est verrouillé et le magasin est sécurisé 24 heures sur 24 heures. La sécurité est assurée par une société de gardiennage congolaise.

Le carburant et l'huile seront entreposés par le fournisseur dans des infrastructures spécialisées équipées de revêtements de sol imperméables et de couvertures ainsi que des aspects de sécurité et de protection de l'environnement pour se conformer aux normes congolaises.

1. La localisation et la description des sites d'entreposage

La localisation et la description des sites de stockage est encore en cours de détermination pour les travaux d'exploitation.

2. La nature des sols sous-jacents aux sites d'entreposage

Les types de sols sous-jacents à l'infrastructure du projet sont présentés à la section sur la description du sol. Des mesures d'ingénierie appropriées ainsi que des procédures de revêtement de sol imperméable, de couvertures et de déversements seront établies pour protéger le sol d'une éventuelle contamination.

3. L'inventaire final des produits entreposés

Un inventaire de tous les produits entreposés sera établi lors de la planification finale de la mine tenue par le gestionnaire des magasins de la mine.

4. Les modalités d'entreposage

Tous les produits chimiques seront transférés et stockés dans des infrastructures spécialisées conformément à leur FS correspondante.

5. Le ou les modes d'élimination, s'il y a lieu.

Tout produit chimique épuisé ou expiré sera renvoyé au fabricant pour réutilisation ou élimination en toute sécurité.

5.5.4.2. Des mesures relatives aux déchets solides

1. Production de déchets industriels

Des quantités importantes de ferraille et de conteneurs vides seront générées. Ceux-ci seront vendus ou recyclés pour minimiser la quantité stockée à la mine. Tous les déchets

industriels seront stockés dans des zones sécurisées. Les matériaux seront triés pour faciliter la réutilisation et le recyclage.

Les détaillants de ferraille et les revendeurs d'équipement d'occasion seront encouragés à enlever les déchets. Les matériaux réutilisables tels que les fûts vides, les tapis roulants utilisés et le bois seront réutilisés par la mine, vendus ou donnés. Les pneus usagés seront peints par la mine et utilisés pour marquer les bords des routes, des virages, des zones opérationnelles.

2. Séparation des déchets

Les déchets générés sur site (bois, plastique et déchets organiques) seront séparés sur place. Différents bacs colorés et étiquetés seront fournis dans les zones appropriées.

Les déchets seront réutilisés là où c'est possible, sur le site ou hors site, c'est-à-dire les déchets organiques compostés et les déchets de bois réutilisés pour la construction ou la conversion en sciure de bois pour l'absorption des déversements d'hydrocarbures.

Les déchets qui ne peuvent pas être réutilisés ou recyclés seront éliminés dans un site d'enfouissement dans la zone de la mine. Le site d'enfouissement aura une superficie d'environ 50 m² et les déchets ainsi déversés seront compactés.

5.5.4.3. Des mesures relatives aux déchets dangereux

1. Génération de déchets dangereux

Les déchets dangereux tels que les huiles et les graisses seront stockés dans une zone sécurisée. La zone sera couverte, aura un plancher en béton et une capacité de confinement de 110%. La sciure qui est utilisée pour nettoyer les déversements d'huile et de graisse sera contenue dans une zone sécurisée et mélangée avec une petite quantité de matière organique et de sol afin d'encourager la bio-assainissement de la sciure contaminée. Le succès du système de bio-assainissement sera revu chaque année grâce à une campagne annuelle de surveillance des hydrocarbures. Les déchets dangereux non compatibles seront stockés sur des sites distincts. Les huiles usées seront vendues à une entreprise de recyclage et les graisses renvoyées au fournisseur ou incinérées conformément aux pratiques d'élimination approuvées.

2. Génération de déchets médicaux

Les déchets médicaux de la clinique des mines peuvent causer une contamination s'ils ne sont pas manipulés et éliminés correctement. Tous les déchets médicaux seront incinérés dans un incinérateur approuvé.

CHAPITRE VI : DES MESURES DE SÉCURITÉ

KAMCO a mis en place un système de gestion de la santé et de la sécurité au travail (SGSST) pour ses phases de construction et d'exploitation. Ce système utilise une approche fondée sur les risques pour déterminer les risques spécifiques pour la santé et la sécurité pour toutes les activités et toutes les opérations, avec l'élaboration de mesures, de programmes et de procédures spécifiques pour la gestion de ces risques. Avant toute activité ou développement, une évaluation des risques pour la santé et la sécurité est effectuée et des contrôles spécifiques sont établis avant d'entreprendre une telle activité. Kamoia s'engage à identifier les activités, les produits et les services qui peuvent présenter des risques pour la santé et la sécurité et définit les priorités d'action pour réduire ces risques.

Le gestionnaire de la santé et de la sécurité au travail (SST) tiendra des dossiers sur toutes les questions importantes liées à la SST, y compris, mais sans s'y limiter, les accidents, les données de surveillance, les maladies professionnelles, les déversements, les incendies et autres urgences. Ces données serviront à évaluer et à améliorer l'efficacité et l'efficacité du programme de santé et de sécurité au travail.

5.6.1. Du contrôle de la qualité de l'air et des températures

5.6.1.1. Ventilation souterraine

Un certain nombre de puits de ventilation spécialisés sont prévus pour fournir de l'air frais aux travailleurs et à l'équipement dans les deux zones minières souterraines. L'emplacement de ces systèmes de ventilation est fourni en annexe. Un plan de ventilation détaillé est en cours de développement pour répondre aux exigences de ventilation dans les différentes sections minières et pour mieux définir les exigences d'admission et d'échappement. Les travailleurs seront équipés d'un équipement de protection respiratoire d'urgence et il y aura des postes de secours dédiés dans les sections minières souterraines avec une réserve d'oxygène sécurisée pour les situations d'urgence. Les travailleurs seront pleinement initiés et formés à l'utilisation des systèmes d'urgence avant de travailler sous terre.

1. Surveillance de la qualité de l'air

Une bonne ventilation sera assurée en milieu de travail. L'équipement respiratoire de protection et l'équipement de surveillance de la qualité de l'air seront systématiquement contrôlés et entretenus, ainsi que tous les systèmes d'avertissement.

L'équipement de protection respiratoire sera fourni et porté par tous les employés lorsque l'exposition aux vapeurs de soudage, solvants et autres substances sont présents sur le lieu de travail ou dépassent les limites légales. La protection respiratoire sera portée à tout moment dans des environnements poussiéreux et lorsque des données de surveillance de l'air indiquent qu'une protection respiratoire est requise. Des masques anti poussières

seront donnés à tous les employés travaillant dans des zones où les particules (poussières inertes ou nuisibles) peuvent dépasser la limite légale de 10 mg / m³.

Les agents de sécurité effectueront des inspections de routine pour s'assurer que l'équipement de protection respiratoire approprié est en bon état de fonctionnement et utilisé correctement.

Des thermomètres seront installés dans des zones où la chaleur et l'humidité sont élevées pour s'assurer qu'il n'y a pas d'effets préjudiciables sur les employés. Les employés travaillant dans des zones à haute température et humidité seront autorisés à des pauses régulières et ils auront droit à suffisamment beaucoup d'eau.

5.6.1.2 Du contrôle de bruit

Tous les équipements appartenant à la mine et aux sous-traitants feront l'objet d'une maintenance de routine afin de s'assurer qu'ils sont en bon état de marche et de minimiser les niveaux de bruit.

Lorsque cela est pratique et réalisable, Kama installera des salles d'isolation acoustique et de contrôle pour diminuer l'exposition moyenne au bruit dans les zones normales de travail.

Kamo a adoptera la norme DRC de 85 décibels (dB) pour l'exposition de ses employés au bruit sur un quart de travail de 8 heures. Les employés porteront une protection auditive appropriée dans les lieux de travail où les niveaux de bruit dépassent 85 dB.

Les agents de sécurité surveilleront les niveaux de bruit en utilisant des sonomètres de niveau 1, identifieront les zones bruyantes, fourniront une signalisation claire indiquant que la protection auditive est nécessaire et surveilleront l'utilisation d'équipement de protection pour assurer l'utilisation appropriée et correcte de l'équipement de protection par les employés.

5.6.1.3 Du travail dans un espace exigü

Le fait de pénétrer dans des espaces confinés tels que des réservoirs, des récipients, des puisards et des fouilles pour effectuer l'inspection, la réparation et / ou l'entretien peut exposer les travailleurs au danger de gaz toxiques, inflammables ou explosifs. Ces espaces doivent être testés pour la présence de gaz ou d'oxygène, et une ventilation adéquate avant et pendant l'occupation.

Les employés qui travaillent dans des espaces confinés, qui peuvent être contaminés ou qui manquent d'air, doivent porter des respirateurs appropriés. Des observateurs dûment équipés doivent être stationnés en dehors des espaces confinés pour fournir une aide d'urgence aux personnes qui travaillent à l'intérieur.

5.6.1.4 Des produits dangereux et rejets des mines

Tous les matériaux ou substances dangereux (réactifs, radioactifs, corrosifs et toxiques) seront stockés dans des récipients et des récipients appropriés et clairement étiquetés, en stricte conformité avec leurs fiches signalétiques pertinentes. Des systèmes de protection contre l'incendie et un confinement secondaire seront prévus dans la zone d'entreposage pour prévenir les incendies ou le rejet de matières dangereuses dans l'environnement.

Le transfert, l'entreposage et la manipulation des matières dangereuses seront effectués conformément au Règlement sur l'exploitation minière de la RDC et aux Procédures de manutention des matériaux de Kamoa.

Kamoa fournira des infrastructures sanitaires bien équipées pour ses employés. Les travailleurs seront encouragés à se laver fréquemment, en particulier les employés exposés à la poussière, aux produits chimiques ou aux agents pathogènes.

1. Mesures d'atténuation et de gestion en cas d'incendie et de sauvetage d'urgence

L'approvisionnement en eau pour la lutte contre l'incendie sera capable de fournir les débits d'eau requis pour toute combinaison d'hydrants-moniteurs, de systèmes d'arrosage, de tuyaux verticaux, de systèmes de déluge et de réponse aux incendies basés sur un incendie unique. Le système de distribution d'eau d'incendie doit être conçu pour fournir le débit spécifié à chaque zone à risque d'incendie. Le système d'extinction d'incendie, y compris les connexions au système, sera conçu pour offrir un haut degré de fiabilité. Les connexions au réseau d'aqueduc pour tout autre service ne seront pas acceptables.

Les bouches d'incendie doivent être situées lorsque les plans d'implantation de chaque site minier ont été finalisés. Les bouches d'incendie doivent être des « normes industrielles ». Les bouches d'incendie doivent être situées au bord de la route de toutes les canalisations et des fossés de drainage et ne doivent pas être situées dans des zones de retenue pour les réservoirs. Les bornes d'incendie doivent être situées à moins de 6 m de la chaussée.

Des rouleaux de tuyaux doivent être placés sur chaque niveau de plate-forme de la structure de l'équipement et distribués à l'intérieur des bâtiments de traitement partout où des équipements dangereux sont installés. Au moins un moulinet est requis pour 1 000 m³ de surface d'infrastructure.

Les systèmes de déluge sont pris en considération pour :

- Pompes manutentionnant des liquides inflammables ;
- Consoles d'huile lubrifiante pour l'équipement critique ;
- Baies de transformateurs ;
- Aires de stockage des liquides inflammables ; et
- Toutes les autres zones de matières dangereuses.

Le placement des extincteurs manuels doit être conforme aux spécifications prescrites. Les extincteurs à main doivent être placés dans des zones à risque d'incendie, des zones de processus non dangereux, des locaux électriques, des bâtiments hors traitement, des salles de contrôle et tous les véhicules de l'entreprise pour chaque site minier.

L'équipement de détection d'incendie doit comprendre un panneau indicateur d'incendie (PII) situé dans la zone de la salle de contrôle principale et des unités intelligentes locales ou des panneaux indicateurs d'incendie secondaires (PIIS) selon les besoins, situés autour du site. L'équipement de commande et d'affichage total doit être agencé sous la forme d'un système distribué de préférence interconnecté par une unique boucle de communication et de puissance sur une base de boucle en boucle à chaque dispositif pour minimiser les exigences de câblage du site.

Le système de détection d'incendie sera indépendant du système de contrôle des procédés (SCP) et sera spécifié dans le cadre du système général de protection contre les incendies pour les infrastructures, qui comprendra le système d'évacuation des incendies et les systèmes de suppression des gaz inertes.

5.6.1.5 Des mesures de sécurité classiques

1. Sécurité routière

La sécurité générale des employés lors de la conduite et de l'exploitation des véhicules et des machines de la société relève de la responsabilité de KAMCO, sauf dans les cas où l'employé agit de manière négligente et dangereuse. Des panneaux de signalisation seront érigés ou affichés autour de l'infrastructure routière de l'usine et du site minier pour avertir les employés et les entrepreneurs des dangers potentiels sur les routes.

Des programmes de sécurité routière et de sensibilisation seront fournis, détaillant les règles et les règlements relatifs à l'exploitation des véhicules et des machines, y compris les limites de vitesse dans le périmètre du projet.

Des tests aléatoires de détection de la présence de substances interdites en service seront obligatoires. Des caméras de vitesse régulière et aléatoire seront utilisées pour contrôler et surveiller les conducteurs de l'entreprise. Les numéros de téléphone des personnes et des services à notifier en cas d'urgence seront communiqués à la population active.

2. Sécurité des mines

La sécurité générale des employés au travail est la responsabilité de KAMCO sauf dans les cas où l'employé agit de manière négligente et dangereuse.

Les convoyeurs et les machines similaires seront pourvus d'un moyen de les arrêter à tout moment. Des protecteurs seront installés sur toutes les courroies d'entraînement, poulies, engrenages et autres pièces mobiles pour protéger les travailleurs. Les plates-formes surélevées, les passerelles, les portiques, les échafaudages, les escaliers et les rampes seront équipés de mains courantes et de surfaces antidérapantes. Tous les équipements

électriques seront mis à la terre, bien isolés et conformes aux codes applicables. La tuyauterie du site sera codée en couleur pour l'acide, l'eau, l'air comprimé, la solution de traitement, etc.

Les employés de la mine seront munis de casques, de bottes de sécurité, de salopettes, de protections auriculaires et oculaires, de masques anti poussières et de gants, selon le cas, ainsi que d'équipements de protection individuelle tels que les lampes, les salopettes réfléchissantes et les équipements connexes.

Le Règlement sur les explosifs miniers qui régit le stockage, la manutention et le transport en toute sécurité des explosifs dans et autour de la mine sera strictement appliqué. Seul le personnel qualifié et certifié sera autorisé à effectuer des opérations de dynamitage.

Des panneaux de signalisation seront érigés ou affichés autour de l'usine et du site minier pour avertir les employés et les entrepreneurs des dangers potentiels.

Les numéros de téléphone des personnes et des services à notifier en cas d'urgence seront communiqués à la population active.

3. Déversements accidentels d'hydrocarbures, de produits chimiques et de réactifs

Une formation sera dispensée aux employés qui manipulent des huiles, des réactifs et des produits chimiques en se concentrant sur les risques potentiels, les procédures de manipulation sans danger, les précautions de sécurité, les premiers soins, les interventions d'urgence et les pratiques d'élimination appropriées.

Les fiches signalétiques (FS) seront obtenues par Kamoa pour tous les produits chimiques utilisés sur le site. Ces fiches spécifieront les dangers, la compatibilité avec d'autres substances et les exigences spécifiques de manipulation, d'entreposage ou d'élimination. Les utilisateurs finaux disposeront d'une copie de la FDS concernée et recevront une formation sur les substances dangereuses utilisées dans leur secteur d'activité.

4. Site de Mine - Accès non autorisé

Les deux zones minières seront clôturées et l'accès contrôlé. Des panneaux de signalisation seront érigés ou affichés autour de l'usine et du site minier pour avertir les employés et les entrepreneurs des dangers potentiels et des zones interdites.

5. Formation d'employés

Une induction de sécurité, d'environnement et de social sera effectuée pour les nouveaux employés, les entrepreneurs et pour toute personne arrivant sur le site après une pause de plus de deux semaines. L'induction de sécurité couvrira l'utilisation de dispositifs de protection personnelle, de zones dangereuses, de conduite appropriée, de procédures d'intervention d'urgence et de gestion des déchets. L'induction sera obligatoire pour toutes les personnes entrant sur le site.

Les employés recevront une formation sur les questions de sécurité, de santé, d'environnement et de social, y compris la prévention des accidents, les pratiques de

levage sécuritaire, l'utilisation correcte de la Fiche de Sécurité, les pratiques sécuritaires de manipulation des produits chimiques et le contrôle, l'entretien adéquats du matériel et des infrastructures et l'application des pratiques culturelles et sociales. Cela aidera à la prévention des accidents du travail et à maintenir des bonnes relations entre KAMCO et les communautés.

Les employés recevront une formation spécifique des agents de prévention des accidents et de la sécurité concernant les précautions et les procédures pour le stockage, la manipulation, le transport et l'utilisation sécuritaires des matériaux potentiellement dangereux. La formation fournie comprendra des renseignements clés de la FS pour les matières et substances potentiellement nocives. Cela aidera à prévenir les accidents ou les déversements de produits chimiques.

Une formation sera dispensée sur les systèmes et procédures d'intervention d'urgence, y compris l'emplacement et l'utilisation appropriée des équipements d'urgence, l'utilisation d'équipement de protection individuelle, les procédures d'alerte et les équipes d'intervention d'urgence et les mesures d'intervention appropriées pour chaque situation d'urgence prévisible. Des réunions d'information quotidiennes sur la sécurité et l'environnement, y compris les inspections des équipements de protection individuelle, seront menées par les superviseurs ou les chefs de quart concernés.

6. Travail en hauteur

Dans la mesure du possible, la préférence sera accordée à l'exécution du travail au niveau du sol par opposition à une position élevée. Lorsque des travaux en hauteur sont nécessaires, on privilégiera les mesures de prévention des chutes telles que, entre autres, la barricade efficace et l'utilisation des plates-formes de travail. Les personnes ne peuvent travailler qu'à partir d'une position de risque de chute si un plan de protection contre les chutes spécifiques au site est mis en place et correctement mis en œuvre et se compose des éléments suivants :

- Des évaluations des risques spécifiques et intégrant l'évaluation du risque de travail en hauteur, ainsi que l'évaluation des risques propres au site, et complétées pour les travaux à effectuer ;
- Des procédures de travail sécurisées et des instructions de travail, approuvées par une personne compétente, sont en place ;
- Un plan de sauvetage, avec l'équipement nécessaire et les sauveteurs formés, est en place ;
- Une formation appropriée, telle que déterminée par l'évaluation des risques, a été fournie ;
- Un équipement de sécurité en hauteur et un équipement de protection individuelle appropriés ont été délivrés à l'individu ; et
- Les individus sont médicalement aptes à travailler en hauteur et des registres de ce genre sont conservés. Une évaluation du risqué spécifique au site est effectuée.

Pendant que le travail est en cours, des panneaux d'avertissement et / ou des barricades adéquates doivent être utilisés dans toutes les zones où il y a un risque de blessures par des matériaux ou de l'équipement tombant de la zone de travail. Les barricades doivent être continues et facilement visibles. Une zone de chute doit être établie avec des panneaux d'avertissements appropriés et des barrières ou des barrières, un personnel d'avertissement au-dessous des travailleurs au-dessus et des objets tombants potentiels.

7. Sécurité électrique

Pour les activités électriques de KAMCO, une procédure électrique sécuritaire sera établie pendant toute infrastructure électrique et les dispositions pour le marquage; Le verrouillage et le bouchage des commandes doivent être suivis pendant le fonctionnement et l'entretien du matériel électrique.

8. Sanctions de sécurité

Toute contravention aux normes de sécurité par les employés ou les entrepreneurs entraînera l'application de sanctions telles que définies dans le code de conduite de KAMCO.

CHAPITRE VII : DES MESURES DE SECURITE CONCERNANT LES POPULATIONS LOCALES ET LE PERSONNEL

5.7.1. Mesures relatives à la santé

5.7.1.1. Les infrastructures de soins médicaux

Chaque site minier (Kakula et Kansoko) aura une clinique dédiée. La clinique comportera les éléments suivants:

- Salle de soins médicaux ;
- Salle de réveil ;
- Salle d'attente ;
- Salle de premiers soins ;
- Bureau du médecin ;
- Bureau de l'infirmière ;
- Bureau pour officier de service ;
- Bureau des services d'urgence ;
- Salle de stockage ; et
- Ablutions.

Chaque site aura un véhicule d'intervention d'urgence et un personnel médical formé pour faire face à des accidents mineurs.

5.7.1.2. Le matériel médical, les médicaments et vaccins

Chaque clinique de la mine contiendra l'équipement, les médicaments et les vaccins requis, tel que déterminé par le médecin-chef afin de permettre la prestation de soins de santé généraux et la stabilisation d'urgence avant l'évacuation en cas d'urgence médicale.

5.7.1.3. Le personnel médical

Chaque équipe médicale du site minier se compose d'un équipage composé d'un médecin formé et d'une infirmière. L'établissement hospitalier le plus proche est situé à 30 minutes en voiture de Kolwezi. Tout personnel ayant des blessures mineures ou des maladies nécessitant un traitement hospitalier durant la nuit est transporté par l'ambulance du site directement à l'hôpital.

5.7.1.4. Programme de prévention des maladies et des épidémies

1. Vérifications médicales

KAMCO fournira un service médical sur place pour faire face aux besoins médicaux courants et aux urgences médicales. L'établissement médical sera équipé de matériel médical, de médicaments et de vaccins et disposera d'effectifs suffisants pour la main-d'œuvre prévue.

Des examens médicaux préalables à l'emploi et réguliers seront effectués sur tous les employés des mines.

Les statistiques sur la santé et la sécurité seront communiquées aux réunions de gestion de Kamoa et incluses dans les rapports environnementaux annuels de la société.

2. Maladies respiratoires

La présence de grandes quantités de poussières dans l'air peut entraîner des infections respiratoires et / ou exacerber les maladies respiratoires existantes. Les pratiques de travail du projet ont le potentiel de créer des quantités importantes de poussière, en particulier dans l'environnement minier souterrain.

Il est recommandé que tous les employés, même ceux qui travaillent dans les bureaux, soient munis de masques faciaux, qui devraient être portés par les opérateurs et autres employés pour leur commodité.

Il est recommandé que le projet effectue un suivi régulier des niveaux de poussière dans les résidences des résidents, y compris les résidents vivant à proximité de routes d'accès non classées donnant accès au projet.

3. Transmission de la maladie

Malaria

L'étude de référence a montré que le paludisme est l'une des principales causes de maladie et de mortalité dans la zone du projet. Au niveau régional, Ivanhoe Mining, la

société mère de KAMCO, apporte son soutien au Programme national de lutte contre le paludisme (PNLP) de la RDC. Ivanhoe, en collaboration avec Fio, Chemonics et le Ministère de la Santé, soutient les activités du PNLN dans 300 établissements de santé sur trois ans dans les provinces du Haut-Katanga et de Lualaba. Le soutien implique spécifiquement le déploiement de Fionet, une solution développée par Fio pour aider les agents de santé de première ligne à améliorer la qualité des soins qu'ils dispensent aux patients individuels tout en capturant automatiquement les données qui sont essentielles pour renforcer les systèmes de santé dans leur ensemble. Les données recueillies par le projet Ivanhoe-Fio aideront les gouvernements provinciaux et nationaux à renforcer la surveillance des maladies et la gestion des activités de lutte contre le paludisme en RDC. Sur place, Kamoa mettra au point un programme intégré de lutte contre le paludisme et la lutte anti vectorielle sur le lieu de travail fondé sur des principes intégrés de lutte antiparasitaire.

Assainissement de l'eau et hygiène

Les conditions liées à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement constituent un problème majeur de santé publique. Il n'y a pas de sources d'eau améliorées disponibles dans la collectivité et l'accès aux infrastructures sanitaires est très limité. La défécation à ciel ouvert est courante et l'hygiène personnelle est qualifiée de mauvaise. Les maladies diarrhéiques et les affections telles que les parasites intestinaux sont fréquentes. Les épidémies de choléra et de dysenterie sont une possibilité réelle autour de KAMCO et la capacité institutionnelle est limitée pour gérer une épidémie. Kamoa soutiendra les programmes intégrés d'eau, d'hygiène et d'assainissement dans la zone d'étude dans le cadre du plan de développement durable.

VIH / SIDA

L'augmentation des taux d'infections sexuellement transmissibles (IST) est signalée comme un problème majeur de santé dans la région. Cela s'explique par la nature polygame de la communauté et par les pratiques sexuelles à haut risque. Il y avait peu de preuves de la prévalence réelle du VIH ou d'autres IST dans le domaine d'étude, mais tous ces facteurs étaient en augmentation. Des idées fausses concernant la transmission des IST ont été signalées et, par conséquent, des pratiques sexuelles non protégées ont été signalées avec une utilisation du préservatif déclarée faible. La stigmatisation et le risque de discrimination étaient donc élevés.

Les services de santé génésique sont limités et les services de conseil et de dépistage du VIH, les soins et le traitement ne sont pas disponibles dans la zone d'étude. Étant donné que les patients doivent se rendre à Kolwezi pour ces services, la connaissance du statut VIH individuel dans la région est limitée. En conséquence, il existe peu de données sur les IST et le VIH / sida dans la zone d'étude. En outre, il existe une capacité institutionnelle minimale pour soutenir localement les services de sensibilisation au VIH et aux IST.

Les maux sociaux, tels que la toxicomanie et les relations sexuelles transactionnelles, auraient augmenté dans les établissements de fortune autour de Mukanga et Katayi. Les

travailleurs du projet sont identifiés les principales cibles et les clients en relation sexuelle transactionnelle comme ils ont des revenus disponibles.

On constate que les jeunes filles sont extrêmement vulnérables aux progrès des hommes.

Pour lutter contre cela, KAMCO va :

- Planifier des enquêtes sur la connaissance, la sensibilisation et les pratiques sur le VIH dans la zone de permis afin de soutenir les programmes d'éducation et de communication. Cela fait partie de la promotion du changement de comportement et de la réduction du risque de transmission du VIH et des IST ;
- Évaluer le potentiel d'établissement d'un système de surveillance pour soutenir la surveillance longitudinale des IST et du VIH. Cela peut nécessiter l'utilisation de services de soins prénatals comme une source importante de soutien à ce système et de déployer la prévention de la mère à l'enfant de transmission dans la zone de licence ;
- Élaborer une politique et un programme clair sur le VIH au travail et dans la collectivité ;
- Développer des campagnes éducatives spécifiques sur le VIH / SIDA pour les entrepreneurs (en particulier les travailleurs des transports, les travailleurs des forages et les travailleurs de la construction migrants en tant que groupes à haut risque) ;
- Initier les premiers éléments d'un programme de sensibilisation et de prévention du VIH sur le lieu de travail et élargir la portée de la communauté. Il s'agira notamment de programmes de sensibilisation axés sur le changement de comportement, l'accès au marketing et le marketing social des préservatifs et l'accès aux services de soins de santé appropriés ;
- Les initiatives de prise en charge et de traitement des liaisons devraient être évaluées en partenariat avec le programme national ; et
- Évaluer les possibilités dans le cadre du plan de développement communautaire pour promouvoir les programmes d'autonomisation des femmes.

Tuberculose

La tuberculose (TB) est une préoccupation nationale majeure et un problème de santé au niveau local, et est souvent associée à l'infection par le VIH / SIDA. Les services de santé dans la zone d'étude sont pauvres et la détection des cas et le traitement efficace de la tuberculose sont insuffisants. Ceci, couplé à l'accès limité et à un mauvais comportement de recherche de santé, pose le risque que la transmission de la tuberculose augmente dans la zone d'étude si un environnement plus propice est créé.

Il y a un risque que des conditions telles que la pneumonie et la rougeole peuvent augmenter liée à l'afflux, car leur transmission est influencée par les mauvaises conditions socio-économiques et de vie ainsi que l'état général de santé médiocre.

Pour combattre ceci Kamoia :

- Mettra en œuvre des programmes de conditionnement physique adéquats et un dépistage pour réduire la transmission potentielle des maladies transmissibles ; et
- Évaluera les possibilités de renforcement des systèmes de santé (RSS) afin d'améliorer la capacité de reconnaître et de gérer la tuberculose dans la région et d'améliorer la couverture des vaccins essentiels chez les enfants de moins d'un an.

Le médecin-chef (MD) tiendra un registre des examens médicaux des employés, des dossiers de surveillance spécifiques et des antécédents médicaux. Des programmes d'éducation seront mis en œuvre sur le site de la mine et dans les centres de population environnants.

5.7.2 Des mesures d'urgence

KAMCO est en train d'élaborer un plan spécifique de préparation et d'intervention en cas d'urgence. Le plan contiendra les renseignements suivants :

- Les zones identifiées où des accidents et situations d'urgence peuvent survenir, les communautés et les personnes susceptibles d'être touchées, les procédures d'intervention, la fourniture d'équipement et de ressources, la désignation des responsabilités, la communication, y compris celle des communautés potentiellement touchées ;
- Dispositions pour aider et collaborer avec les communautés potentiellement concernées et les organismes des administrations locales dans leurs préparatifs pour répondre efficacement aux situations d'urgence, en particulier lorsque leur participation et leur collaboration sont nécessaires pour assurer une intervention efficace ;
- Les activités, les ressources et les responsabilités en matière de préparation et d'intervention en cas d'urgence, ainsi que les mécanismes permettant de fournir de l'information aux collectivités potentiellement concernées et aux organismes gouvernementaux concernés ;
- Pour les travailleurs et les communautés, il fournira des détails sur :
 - Procédures spécifiques d'intervention d'urgence ;
 - Équipes d'intervention d'urgence formées ;
 - Contacts d'urgence et systèmes / protocoles de communication (y compris communication avec les communautés affectées si nécessaire) ;
 - Procédures d'interaction avec les autorités gouvernementales (autorités d'urgence, de santé et d'environnement) ;
 - Équipement et infrastructures de secours permanents (p. Ex., Postes de premiers soins, matériel de lutte contre les incendies, équipement de lutte contre les

- déversements, équipement de protection individuelle pour les équipes d'intervention d'urgence) ;
- Protocoles pour l'utilisation des équipements et infrastructures d'urgence ;
 - Identification des itinéraires d'évacuation et des points de rassemblement ;
 - Les exercices d'urgence et leur périodicité en fonction des niveaux ou des niveaux d'urgence assignés ; et
 - Les procédures de décontamination et les moyens d'appliquer des mesures correctives urgentes pour contenir, limiter et réduire la pollution dans les limites physiques des biens du projet dans la mesure du possible.

5.7.2.1. Mesures d'urgence en cas de faille d'Aire d'Accumulation des rejets des mines

Une étude de l'EPOCH (EPOCH, 2016) comprenait une évaluation préliminaire de l'étendue potentielle de faille de l'Aire d'Accumulation des rejets des mines. Leurs conclusions indiquent que :

- Le site d'Accumulation des rejets des mines préférées est situé entre deux crêtes, dont une est en amont de la zone d'implantation proposée et l'emplacement futur possible du camp d'hébergement ;
- Deux ensembles de modèles ont été entrepris (les flux ont été exagérés afin de déterminer le pire scénario et une solution conservatrice d'atténuation) ;
- Les premières séries ou modèles ont été utilisés pour identifier les chemins d'écoulement possibles qui pourraient être produits à partir d'une brèche en tout point le long du mur de retenue. Les surfaces de flux ont été modélisées à des angles allant de 2% à 4% qui ont été documentés à partir de défaillances passées ;
- La deuxième série de modèles a été utilisée pour déterminer l'étendue du flux de rejets provenant d'une rupture critique (complète) ;
- Il peut être possible qu'une glissière d'écoulement puisse affecter le camp en aval de l'Aire d'Accumulation des rejets des mines mais une évaluation plus détaillée est nécessaire pour déterminer l'étendue du débit réel compte tenu de la topographie du site ; et
- Une berme de 8 m de haut fournie juste à l'extérieur de la clôture pourrait fournir au camp la protection nécessaire contre un toboggan.

D'autres mesures d'urgence spécifiques sont développées par Kamoa pour toute brèche de rejets comprend :

- Infrastructure de systèmes de surveillance des brèches ;
- Veiller à ce que tout équipement d'urgence suffisant soit en mesure de se mobiliser pour contenir toute violation ; et

- S'assurer que les récepteurs en aval sont informés des protocoles d'urgence en cas de brèche (par exemple, zones de sécurité, alertes d'urgence).

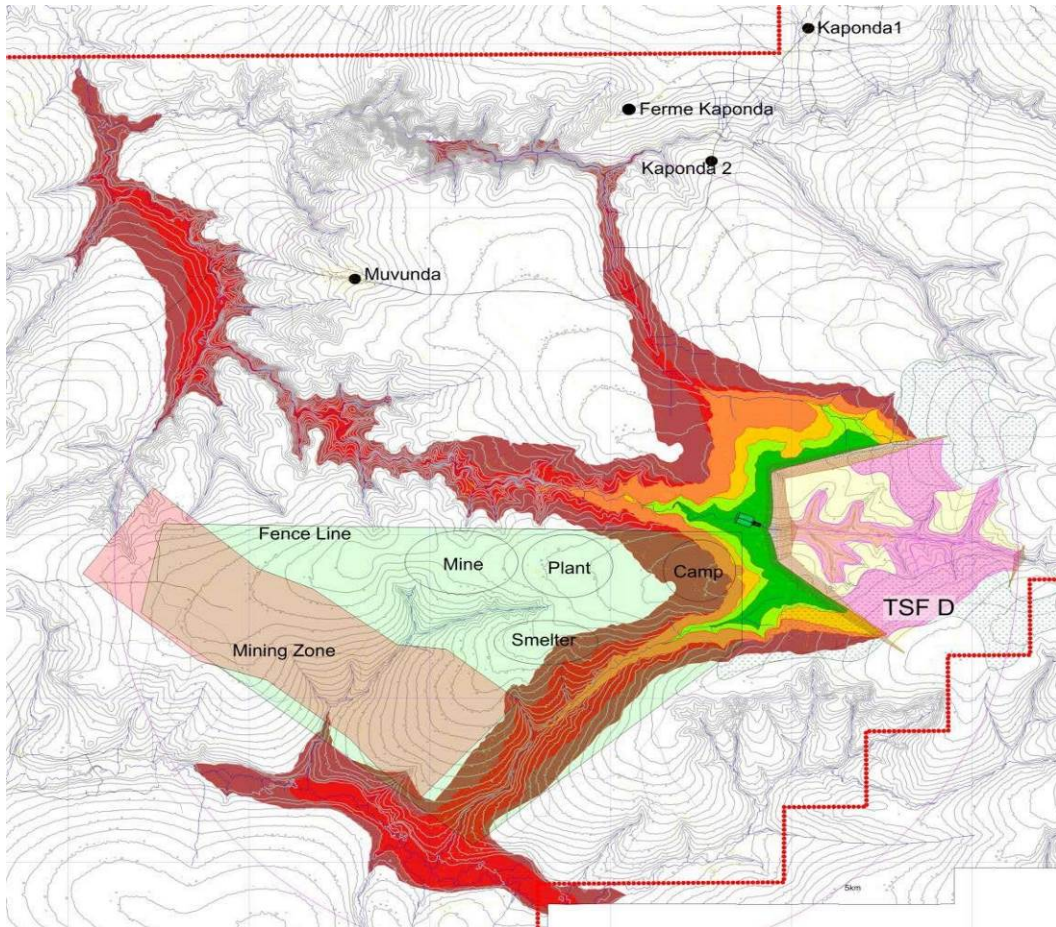


Figure 93: Possibilité de coulée des rejets à partir d'une brèche en tout point le long du mur de retenue

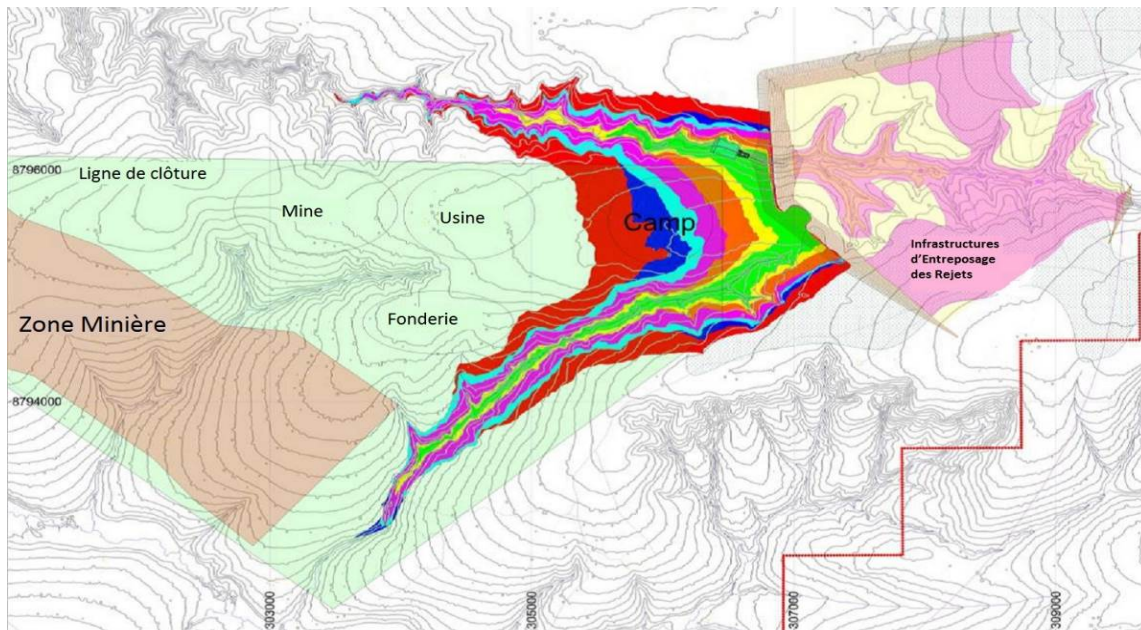


Figure 94: Flux de rejets à partir d'une rupture critique (Pire scénario)

CHAPITRE VIII : DES MESURES D'ATTÉNUATION ET DE RÉHABILITATION APRÈS LA FERMETURE DU SITE

La législation de réhabilitation et de fermeture de la République Démocratique du Congo est contenue dans le Décret-loi portant règlement minier en RDC, qui décrit les exigences légales en matière de réhabilitation et de fermeture.

Les sections ci-dessous fournissent les exigences législatives de la RDC régissant la réhabilitation et la fermeture, ainsi que les mesures de réhabilitation et de fermeture à mettre en œuvre à la fermeture pour répondre à ces exigences.

5.8.1. De la description des mesures d'atténuation et de réhabilitation à la fermeture du site

L'article 95 exige qu'un site minier soit stable, qu'il ait des effets environnementaux négatifs résiduels limités, qu'il ne constitue pas une menace pour la santé et la sécurité et qu'il soit susceptible d'être utilisé prochainement par la communauté.

Pour répondre à ces exigences, les objectifs de performance suivants en matière de réhabilitation et de fermeture ont été fixés:

- **Stabilité physique:** pour enlever et / ou stabiliser les infrastructures de surface, les rejets miniers inévitables présents sur la mine pour faciliter la mise en œuvre de l'utilisation prévue des terres ;
- **Qualité de l'environnement :** veiller à ce que la qualité environnementale locale ne soit pas affectée par les effets physiques possibles et la contamination chimique du site minier ;

- **Santé et sécurité:** limiter les menaces possibles pour la santé et la sécurité des humains et des animaux et utiliser le site minier réhabilité dès qu'il est disponible ;
- **Potentiel et / utilisation des terres:** rétablir les potentiels de terre appropriées sur les diverses parties du site minier afin de faciliter la mise en œuvre progressive de l'utilisation prévue des terres après l'exploitation minière ;
- **Qualité esthétique:** laisser un site minier réhabilité qui, en général, est non seulement propre et bien rangé, donnant une apparence esthétique globale acceptable, mais qui, en fonction de cet attribut, est également aligné sur les utilisations respectives des terres ;
- **Viabilité du paysage:** créer un paysage autonome et, au fil du temps, converger vers la structure, la fonction et la composition souhaitées de l'écosystème ;
- **Biodiversité:** encourager, le cas échéant, le rétablissement de la végétation indigène sur les sites miniers réhabilités de sorte que la biodiversité terrestre soit en grande partie rétablie dans le temps ; et
- **Social:** veiller à ce que les transferts d'infrastructures, les mesures et / ou les contributions apportées par la mine au bénéfice socio-économique à long terme des communautés locales soient durables.

5.8.2 De la mise en végétation

Toutes les zones touchées par le projet seront végétalisées à l'aide d'espèces végétales locales. Les mesures de reboisement suivantes seront mises en œuvre sur le site perturbé.

Préparer des zones de réhabilitation de surface pour l'aménagement naturel de la végétation en prenant les mesures suivantes :

- Déchirer l'empreinte perturbée à une profondeur d'environ 500 mm avec un équipement agricole approprié pour alléger le compactage ;
- Pour les zones fortement compactées (pentes dures, routes de transport), déchirer avec des équipements de construction à une profondeur d'au moins 1 m, et déverser avec du matériel agricole afin de créer des conditions appropriées pour l'établissement de la végétation ; et
- Améliorer les sols selon les besoins.
- Permettre l'établissement naturel d'une communauté végétale autosuffisante viable, en accord avec l'environnement naturel environnant, ou établir des espèces végétales pionnières selon les résultats des essais de réhabilitation dédiés ; et
- Entreprendre la surveillance de la végétation après la fermeture pour assurer le succès de la réhabilitation.

Les objectifs finaux et les critères de conformité pour la fermeture relative aux infrastructures sont reflétés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 152: Reboisement - Objectifs de clôture et critères de conformité

Objectif	Critères préliminaires d'achèvement
Dans l'aire du permis d'Exploitation, il n'y a pas d'espèces de mauvaises herbes exotiques qui ne sont pas omniprésentes dans la région.	On ne constate pas que les espèces de mauvaises herbes exotiques sont élevées en abondance lorsqu'elles sont comparées au milieu régional tel que rapporté par un expert botaniste indépendant.
Les zones reboisées abritent des espèces indigènes avec des indices fonctionnels du paysage tendant vers les zones environnantes.	Des sites de surveillance sont établis sur place (1 par 50 ha de réhabilitation) et des sites environnants (au moins quatre sites de contrôle représentatifs). La diversité des espèces végétales dans les zones réhabilitées est représentative des sites témoins. La densité du feuillage des sites de surveillance est d'au moins 80% par rapport à la moyenne des sites témoins.

5.8.3 Des sols contaminés

L'objectif des mesures d'atténuation et de réhabilitation après la fermeture du site est de s'assurer que les terres contaminées ne sont pas nocives pour la santé et l'environnement et compatibles avec son utilisation future.

La réalisation pratique de cet objectif fait partie d'un processus visant à la réhabilitation de sols contaminés par des activités minières ou extractives, à l'exclusion des zones de stockage des déchets miniers et des sites autorisés d'élimination des déchets.

5.8.3.1. Des interventions relatives à la contamination excèdent le critère B

Kamoa réalisera les actions suivantes lorsque le niveau de contamination mesuré dépasse le critère B selon le Code Minier RDC, pour tout paramètre qui a été distingué des niveaux naturels de fond.

Selon les niveaux de contamination, les actions suivantes seront entreprises :

- Niveau <A - Environnement non contaminé; Aucune action corrective ;
- Gamme A - B - Environnement légèrement contaminé; Aucune action, sauf s'il y a un impact sur la qualité de l'eau souterraine ;
- Plage B - C - Environnement contaminé :
- une analyse approfondie sera entreprise ;
- des travaux de décontamination peuvent être nécessaires pour atteindre les objectifs lorsqu'un terrain est en cours de réhabilitation, en particulier lorsqu'il est destiné à être utilisé à des fins résidentielles ; et
- si des utilisations industrielles sont envisagées, il n'est pas nécessaire de procéder à une décontamination.
- Niveau > C - environnement fortement contaminé :

- une caractérisation exhaustive sera effectuée ; et
- les travaux d'atténuation seront entrepris lorsque les activités cesseront, à moins que l'objectif de réhabilitation ne soit démontré quelle que soit l'utilisation future prévue des terres.

5.8.3.2. Des travaux d'atténuation et de réhabilitation du sol contaminé

Les mesures suivantes seront prises à la fermeture pour s'assurer que les sols contaminés sont identifiés et réhabilités / enlevés :

- Effectuer une évaluation des sols et des terres contaminées à l'échelle du site afin de déterminer la nature et l'ampleur de la contamination, les sources de contamination et d'identifier les mesures d'assainissement appropriées ;
- Réhabiliter les sols contaminés classés comme contaminants de niveau B-C, conformément à la réglementation congolaise (annexe VIII) comme suit :
- Contamination inorganique :
 - Excavation des matériaux contaminés jusqu'à une profondeur de 300 mm et élimination dans un site dédié, selon l'autorisation de la Direction Chargée de la Protection de l'Environnement Minier. Dans le cas où cela n'est pas possible, une infrastructure de gestion des déchets dangereux sera construite à KCP et les déchets dangereux seront éliminés comme suit :
 - Éliminer les déchets dangereux dans les cellules de déchets revêtues conformément aux procédures d'exploitation sécuritaires de la société pour la manipulation des déchets dangereux ;
 - Donner une forme à la surface remplie pour faciliter le drainage des précipitations ;
 - Couvrir la cellule de déchet dangereux avec une couverture imperméable protégée par des géo cellules ; et
 - Établir la végétation dans les géopiles.
- Contamination organique :
- Traiter la contamination organique par l'assainissement biologique via la création d'un site de bioassainissement.

5.8.4. Des mesures relatives aux bâtiments, infrastructures et équipements de surface

Les mesures suivantes concernant les bâtiments, les infrastructures et les équipements de surface seront mises en œuvre à la fermeture :

1. Infrastructure pour une réutilisation bénéfique potentielle :

- Compiler un inventaire de l'infrastructure et de l'équipement qui pourraient rester à la fermeture, y intégrer aussi le plan d'utilisation des terres à la fin ;
- Obtenir les autorisations légales pour le maintien et le transfert de l'infrastructure ; et
- Finaliser les accords avec les tiers, ainsi que le calendrier des transferts et les responsabilités.

2. Infrastructure de surface à enlever :

- Retirez tous les biens / équipements qui peuvent être retirés avec profit pour récupération ou revente ;
- Démanteler / démolir les infrastructures ;
- Décontaminer au poste de décontamination dédié construit pendant les opérations ;
- Démolir et creuser des fondations de béton à 1 m sous le niveau du sol. Alternativement et dans les cas appropriés, les dalles de béton de l'infrastructure « propre » (et non l'infrastructure de traitement) peuvent être recouvertes d'une couverture de sol de 1 000 mm dans le cadre d'un reprofilage du site et intégrées dans la topographie environnante ;
- Remplir les fouilles des zones perturbées de l'empreinte de l'infrastructure à l'aide d'une action de coupe à remplir ;
- Donner forme et profiler les surfaces perturbées afin qu'elles correspondent à la topographie environnante et assurent un drainage libre, limitant ainsi l'érosion par ruissellement ;
- Stabiliser les zones perturbées pour prévenir l'érosion et la mobilisation des sédiments à court et moyen terme jusqu'à ce qu'une couverture végétale appropriée soit établie ;
- Retirer l'empreinte troublée jusqu'à une profondeur d'environ 500 mm avec un équipement agricole approprié pour alléger le compactage ; et
- Établir des espèces de végétation qui imitent la forêt environnante du Miombo en recueillant des graines de la forêt vierge et en plantant activement avant la saison des pluies.

5.8.4.1. Des mesures relatives au chevalement, bâtiments de service et usine de traitement

Les mêmes exigences que celles mentionnées pour les bâtiments administratifs ci-dessus s'appliquent aux chevalements et aux bâtiments de service et d'usine de traitement.

Kamoa évaluera la qualité du sol sous-jacent à la fermeture et, si nécessaire, effectuera la décontamination.

5.8.4.2. Des mesures relatives aux infrastructures de soutien

Les infrastructures de soutien, y compris les pipelines, seront désaffectées comme suit:

- Laver les canalisations qui pourraient contenir des contaminants / boues avec de l'eau pour éliminer toute solution résiduelle et / ou les sédiments contaminés et éliminer sur l'aire d'accumulation des rejets des mines ;
- Rédiger un inventaire des pipelines pouvant rester à la clôture pour transfert à un tiers ;
- Obtenir les autorisations légales pour le maintien et le transfert de l'infrastructure ;
- Finaliser les ententes avec les tiers, ainsi que le calendrier des transferts et les responsabilités ;
- De plus, identifier et donner de l'équipement aux communautés locales qui peuvent être réutilisés et / ou recyclés qui ne sont pas récupérés par la mine ;
- Démontez le plus possible les pipelines terrestres restants et les récupérer et / ou les localiser dans une zone prédéterminée pour l'enlèvement hors site ; et
- Sceller les extrémités ouvertes des canalisations enterrées et couvrir complètement sans rien mettre au-dessus.

5.8.4.3. Des mesures requises aux infrastructures de transport

Des accords seront mis en place entre KAMCO et les communautés locales ainsi que les autorités compétentes pour que les routes après fermetures restent pour une utilisation bénéfique par les communautés locales.

- Les routes qui ne seront plus utilisées par les collectivités locales après leur fermeture seront réhabilitées comme suit :
- Rétablir le drainage naturel, y compris l'enlèvement des ponceaux et / ou des tranchées ;
- Profil à drainage libre et émulation de la topographie de surface naturelle ; et
- Découper les routes d'accès à une profondeur d'environ 300 mm avec un équipement agricole adapté pour atténuer le compactage.

Établir des espèces végétales qui imitent les bois environnants du Miombo en recueillant des graines de la forêt vierge et en plantant activement avant la saison des pluies.

5.8.4.4. Des mesures relatives aux équipements et infrastructures électriques

Des autorisations légales seront obtenues pour les équipements électriques restant et / ou transférés. Ces équipements seront identifiés et donnés aux communautés locales. Les équipements électriques qui ne sont pas transférés seront démontés et enlevés comme suit :

Les lignes électriques :

- Rédiger un inventaire des lignes électriques pour qu'elles puissent rester à la fermeture pour être transférées à un tiers ;
- Obtenir les autorisations légales pour le maintien et le transfert de l'infrastructure ;
- Finaliser les ententes avec les tiers, ainsi que le calendrier des transferts et les responsabilités ;
- De plus Identifier et donner de l'équipement aux communautés locales qui peuvent être réutilisés et / ou recyclés s'ils ne sont pas récupérés par la mine ; et
- Démontez les lignes électriques restantes et récupérer le plus possible et / ou localiser dans une zone prédéterminée pour l'enlèvement hors site.

Equipements électriques :

- Démontez et enlever les postes qui ne sont plus nécessaires à la fermeture ;
- Enlever les générateurs hors site et démolir les bases en béton ;
- Éliminer les déchets de démolition sur les sites de démolition ; et
- Nettoyer les sols contaminés au site du générateur, selon les besoins.

Les objectifs finaux et les critères de conformité pour la fermeture relative aux infrastructures sont reflétés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 153: Infrastructure – Objectifs de clôture et critères de conformité

Objectif	Critères préliminaires d'achèvement
Accord pour le transfert de responsabilité de toutes les infrastructures minières	Transfert formel de la propriété et de la responsabilité de l'infrastructure spécifique. Signature indépendante par un ingénieur qualifié confirmant l'état sûr et stable de toutes les infrastructures transférées. Toutes les autres infrastructures désaffectées au niveau du sol et retirées du site.

5.8.4.5. Des mesures relatives aux équipements et machinerie lourde à la surface

Les équipements de surface et les engins lourds seront désaffectés et réhabilités comme suit :

Convoyeurs :

- Démontez les structures en acier et démolir les semelles en béton ; et
- Disposer les déchets de démolition sur les sites de déchets de démolition.

Équipement de traitement du minerai :

- Démanteler / démolir l'équipement de traitement du minerai ;
- Décontaminer l'équipement de traitement du minerai dans la baie de décontamination dédiée construite pendant les opérations ;
- Démolir et creuser des fondations de béton à 1 m sous le niveau du sol. Alternativement et dans les cas appropriés, les dalles de béton de l'infrastructure «propre» (et non l'infrastructure de traitement) peuvent être recouvertes d'une couverture de sol de 1 000 mm dans le cadre d'un reprofilage du site et intégrées dans la topographie environnante ;
- Nettoyer les sols contaminés ;
- Effectuer la réhabilitation générale de la surface.

Machines et véhicules:

- Identifier les équipements pouvant être réutilisés et / ou recyclés qui ne seront pas récupérés ;
- Retirer le matériel restant hors site pour la vente ou l'élimination dans un site de déchet enregistré ;
- Nettoyer les sols contaminés.

5.8.5. Des mesures relatives aux équipements, machineries lourdes et infrastructures souterraines

Les équipements souterrains seront mis à la surface et désaffectés.

Tous les équipements souterrains seront décontaminés et les matériaux contaminés seront éliminés.

CHAPITRE IX : DES MESURES RELATIVES AUX TRAVAUX SOUTERRAINS ET A CIEL OUVERT

5.9.1. Des mesures relatives aux excavations et aux zones de décapage

Les zones d'excavation restant après l'enlèvement des infrastructures de surface seront réhabilitées comme suit :

- Les zones d'empreinte de forme et de profil doivent être drainées librement ;

- Découper les zones pour atténuer le compactage et établir la végétation.

Les objectifs finaux et les critères de conformité à la fermeture relatifs aux formes de relief figurent au tableau suivant :

Tableau 154: Les reliefs - Objectifs de clôture et critères de conformité

Objectif	Critères préliminaires d'achèvement
Tous les terrains seront intrinsèquement sûrs et stables à long terme	Les angles de pente ne dépasseront pas 20 degrés. Aucun sillon de plus de 30 cm de profondeur n'est visible à la surface des reliefs à la fin de la première fermeture de la saison humide.

5.9.2. Des excavations et des fosses à ciel ouvert

Ne s'applique pas à ce stade car aucune exploitation à ciel ouvert n'est proposée à KAMCO.

5.9.3. De la sécurité des ouvertures au jour

Les ouvertures au jour et puits en surface seront désaffectés comme suit:

- Démontez et enlever les ventilateurs et le matériel / les structures associés ;
- Incliner et sceller les arbres d'inclinaison et d'aération ;
- Remblayer la zone du portail d'entrée à la mine en utilisant du mort - terrain disponible / stocké ;
- Placer la couche arable sur la zone remblayée ;
- Donner forme à la zone d'empreinte structurée à drainage libre (alignée sur le cheminement du site) ;
- Découper la zone pour atténuer le compactage ; et
- Établir la végétation.

5.9.4. Des mesures relatives aux bassins d'eau d'exhaure

Bassins, barrages et retenues :

- Enlever les sédiments à une profondeur d'environ 200 mm ;
- Enlever la doublure en revêtement synthétique ; si nécessaire ;
- Charger et transporter les systèmes de revêtements de sols / boues et de revêtement synthétique contaminés et les mettre à l'aire d'accumulation des rejets des mines ;

- Effectuer le profilage de surface pour s'assurer que la zone est libre de drainage et;
- Découper la surface à une profondeur d'environ 500 mm pour alléger le compactage.

5.9.5. Des mesures relatives aux parcs à stériles

Les résidus des mines (parcs à stériles) seront réhabilités de manière à ce qu'elles soient esthétiquement agréables et se fondent autant que possible dans l'environnement tout autour.

Les mesures suivantes seront mises en œuvre à la fermeture :

- Conserver les pentes de déversement à l'angle de repos initialement construit avec de longues pentes uniformes ;
- Placer la terre arable sur les parcs à stériles pour limiter l'infiltration dans les parcs à stériles et aussi l'infiltration possible d'eau contaminée dans le système d'eau souterraine ;
- Remplir les zones d'érosion le long des pentes latérales de la décharge et végétier ;
- Construire des enclos en bout de pied le long de l'infrastructure, où l'accumulation de sédiments résultant de l'érosion est susceptible d'avoir un impact sur l'environnement tout autour ;
- Procéder à une amélioration rapide des surfaces supérieures pour limiter les marges excessives ; et
- Permettre à la végétation naturelle de s'établir et se maintenir autant que possible.

5.9.5.1. Des mesures relatives aux stériles générateurs de drainage minier acide

Comme indiqué dans ce plan, KAMCO prévoit qu'il y aura environ 60 000 tonnes de KPS et de déchets de Diamictite supérieure générés à partir de la mine Kansoko et probablement d'une quantité similaire de Kakula. Des dispositions ont été prises pour contenir ces déchets pendant les opérations, mais il est possible que ces déchets puissent être utilisés à d'autres fins. Si la fermeture complète des décharges de déchets de KPS est nécessaire, le plan de fermeture sera mis à jour pour inclure des mesures pour les zones potentiellement acides, pour atténuer la production du drainage et atténuer les impacts environnementaux potentiels.

5.9.5.2. Des mesures relatives aux parcs à rejets des mines et bassins de sédimentation

Les mesures de réhabilitation suivantes seront mises en place sur les infrastructures à long terme pour s'assurer qu'elles sont stables et ne sont pas une source de poussières et / ou de ruissellement contaminé :

Aire d'Accumulation des rejets des mines :

- Connecter et sceller la conduite forcée et enlever l'infrastructure ;
- Utiliser la plage pour acheminer les eaux de surface depuis la surface supérieure et entreprendre la mise en forme si nécessaire ;
- Créer des murs transversaux le long de la surface supérieure de l'aire d'Accumulation des rejets pour limiter l'érosion de la poussière ; et
- Établir la végétation.

5.9.5.3. Des mesures relatives à la stabilité physique des ouvrages de confinement

Même si on n'ajoute plus de déchets miniers dans les parcs à stériles ou parc à rejets des mines, KAMCO s'assurera que les structures de confinement restent stables.

5.9.5.4. Des mesures relatives à la stabilité chimique des matériaux

Les infiltrations associées à l'infrastructure de rejets miniers et aux parcs à stériles devront être échantillonnées et analysées. Une fois que de plus amples informations seront disponibles, elles seront réévaluées et les mesures de fermeture seront déterminées si nécessaire.

5.9.5.5. Des mesures relatives aux ouvrages de captage d'eaux

Les infrastructures seront désaffectées et démantelées à la fermeture.

5.9.5.6. Des mesures relatives aux effluents miniers

La surveillance des eaux de surface et des eaux souterraines continuera d'être effectuée après la fermeture pour s'assurer que les effluents miniers respectent les exigences réglementaires. Le suivi doit être effectué conformément au tableau ci-dessous.

Tableau 155: Surveillance des eaux de surface et souterraines

Composantes	Mesures
Les eaux de surface	<ul style="list-style-type: none">- Suivi mensuel des sites d'eau de surface pour la qualité - pendant au moins 5 ans après la fermeture ou jusqu'à ce que les critères d'abandon du site aient été atteints ; et- Effectuer la biosurveillance à des sites en aval sélectionnés pendant au moins 5 ans ou jusqu'à ce que les critères de renonciation au site aient été atteints.
Eau souterraine	<ul style="list-style-type: none">- Surveillance trimestrielle des forages (qualité et niveau de l'eau) - pendant au moins 5 ans après la fermeture ou jusqu'à ce que les critères de renonciation soient atteints

Les objectifs finaux et les critères de conformité pour la fermeture liée à l'eau sont repris dans le tableau 153.

Tableau 156: Eau - Objectifs de fermeture et critères de conformité

Objectif	Critères préliminaires d'achèvement
Les ressources en eau de surface provenant de la concession minière sont constamment de qualité similaire aux sources d'eau environnantes.	Les échantillons d'eau prélevés dans les points d'échantillonnage en aval de la mine sont conformes aux lignes directrices sur la qualité des effluents de la RDC pour une période de 12 mois.
Les écoulements d'eau souterraine ne nuisent pas aux utilisateurs en aval ni aux écosystèmes environnementaux.	Les échantillons d'eau prélevés dans des mines représentatives de puits de surveillance des eaux souterraines sont conformes aux lignes directrices sur la qualité des effluents de la RDC pour une période de 12 mois.

5.9.5.7. Des mesures relatives aux infrastructures sanitaires

Les infrastructures de traitement des eaux et des eaux usées seront désaffectées et démantelées à la fermeture.

5.9.5.8. Des mesures relatives aux produits pétroliers

Les mesures suivantes seront mises en œuvre à la fermeture :

- Retirer les fûts d'huile et les produits pétroliers hors site pour les revendre / les utiliser ;
- Démolir la zone de stockage et les réservoirs associés dans lesquels sont stockés des produits pétroliers ;
- Décontaminer le site de décontamination dédié construit pendant les opérations ;
- Démolir et creuser des fondations de béton à 1 m sous le niveau du sol ; et
- Nettoyer les déchets contaminés.

5.9.5.9. Des mesures relatives aux déchets dangereux

Tous les déchets dangereux identifiés lors de l'évaluation des terres contaminées seront transportés vers un lieu d'élimination autorisé par la Direction Chargée de la Protection de l'Environnement Minier. Dans le cas où cela n'est pas possible, une infrastructure de gestion des déchets dangereux sera construite à Kamoa et les déchets dangereux seront éliminés comme suit :

- Éliminer les déchets dangereux dans les cellules de déchets revêtus conformément aux procédures d'exploitation sécuritaires de la société pour la manipulation des déchets dangereux ;
- Donner forme à la surface remplie pour faciliter le drainage des précipitations ;
- Couvrir la cellule de déchets dangereux avec une couverture imperméable protégée par des cellules appropriées ; et
- Établir la végétation dans les cellules appropriées.

5.9.5.10. Des mesures relatives aux déchets solides

Les déchets solides, qui répondent aux normes de contamination seront enlevés comme suit:

- Trier et éliminer les déchets produits par le démantèlement et la démolition des infrastructures ;
- Broyer le béton décontaminé, si nécessaire, pour réduire l'absorption dans les cellules usées ;
- Recycler les déchets qui peuvent être recyclés / récupérés (par exemple l'acier) après la décontamination ; et
- Éliminer les déchets de démolition inerte dans une infrastructure d'élimination des déchets autorisée par la Direction de Protection de l'Environnement Minier et fermer selon les plans approuvés.

TITRE VI: DU BUDGET DETAILLE ET PLAN DE FINANCEMENT DU PROGRAMME DES MESURES D'ATTENUATION ET DE REHABILITATION ET DE LA SURETE FINANCIERE DE REHABILITATION DE L'ENVIRONNEMENT

6.0. DU BUDGET RELATIF AU PROGRAMME D'ATTENUATION ET DE REHABILITATION DU SITE

Toute requérant réalisant des opérations de recherches ou d'exploitation minière ou de carrières est tenue d'évaluer le coût total des mesures d'atténuation et de réhabilitation de l'environnement pour réduire l'impact de leurs opérations et de prévoir la constitution d'une sûreté financière dont la forme et les modalités des versements sont différentes, selon le cas.

6.1. DU BUDGET RELATIF AU PROGRAMME D'ATTENUATION ET DE REHABILITATION DU SITE

Le budget détaillé du programme pour les mesures d'atténuation et de réhabilitation proposées est présenté au tableau ci-dessous. Les renseignements présentés seront mis à jour tous les douze mois. Le financement de ce budget est inclus dans la planification financière annuelle et la garantie financière présentée ci-dessous fournira le financement des travaux de réhabilitation si KAMCO n'est pas en mesure de réaliser les mesures d'atténuation et de réhabilitation.

Tableau 157: Budget pour la mise en œuvre des mesures d'atténuation et de réhabilitation

Mesure d'atténuation	Besoins en main-d'œuvre par an	Frais généraux par an	Autres frais (une fois fermé)	Estimation des coûts par an	Durée des activités (années)
Mise en œuvre générale du PGES	\$675 000.00	\$33 750.00		\$708 750.00	>15 years
Surveillance des rayonnements		\$7 500.00		\$7 500.00	>15
Pépinière de réhabilitation, réhabilitation concomitante et surveillance écologique		\$150 000.00		\$150 000.00	>15
Délocalisation-relocalisation			\$823 500.00	\$0.00	1
Phase 2: Recherches archéologiques pendant la construction			\$50 000.00	\$0.00	1
Surveillance du bruit		\$2 000.00		\$2 000.00	>15
Surveillance des vibrations		\$3 000.00	\$30 000.00	\$3 000.00	>15
Surveillance de la qualité de l'eau		\$100 000.00		\$100 000.00	>15
Surveillance de la qualité de l'air		\$15 000.00	\$50 000.00	\$15 000.00	>15
Consultation publique		\$20 000.00		\$20 000.00	>15
TOTAL	\$675 000.00	\$331 250	\$953 500	\$1 006 250	

6.3. DE LA DESCRIPTION DE LA SURETE FINANCIERE

L'exploitant d'une mine ou d'une carrière est tenu également de décrire la sûreté financière de réhabilitation de l'environnement selon les modalités de l'annexe II du Règlement Minier sur la Sûreté Financière de Réhabilitation de l'Environnement.

Dans le cadre de ce rapport d'orientation sur la réhabilitation et la fermeture, les coûts de fermeture ont été déterminés pour le Projet Kamoa - Kakula à la fin de vie de la Mine (fermeture prévue). Comme le Projet de Kamoa - Kakula procède à la mise à jour de son EIES, des informations limitées sont disponibles pour informer la détermination de ces coûts. Les coûts sont indicatifs et basés sur les informations provenant du budget détaillé.

Les coûts indicatifs de KAMCO sont estimés à **17 651 975 \$ US millions**. La ventilation des coûts de fermeture est résumée ci-dessous. L'échéancier des versements de la sûreté financière est repris au Tableau 156.

Tableau 158: KAMCO a estimé les coûts de réhabilitation et de fermeture à compter de Novembre 2016

Composants de fermeture		Fermeture programmée
		Total
1.	Mise en œuvre générale du PGES - Aspects infrastructures ; - Aspects miniers ; - Gestion de l'eau ;	10 631 250 \$ US
2.	Surveillance des rayonnements	112 500 \$ US
3.	Pépinière de réhabilitation, réhabilitation concomitante et surveillance écologique	2 250 000 \$ US
4.	Délocalisation-relocalisation	823 500 \$ US
5.	Phase 2: Recherches archéologiques pendant la construction	50 000 \$ US
6.	Surveillance du bruit	30 000 \$ US
7.	Surveillance des vibrations	75 000 \$ US
8.	Surveillance de la qualité de l'eau	1 500 000 \$ US
9.	Surveillance de la qualité de l'air	275 000 \$ US
10.	Consultation publique	300 000 \$ US
	Grand Total Hors TVA	16 047 250 \$ US
	Imprévu 10 %	1 604 725 \$ US
	Total général	17 651 975 \$ US

6.1. DU MONTANT DE LA SURETE FINANCIERE DE REHABILITATION DE L'ENVIRONNEMENT

Le montant de la sûreté financière est déterminé selon le Plan de Gestion Environnementale et Sociale approuvé et doit couvrir l'intégralité du coût de réhabilitation du milieu ambiant affecté par les opérations pour lesquelles le plan a été établi.

Cependant, pour le cas d'espèce il s'agit de la deuxième mise à jour de l'Etude d'Impact Environnemental et Social, ce qui explique la révision de la sûreté financière de réhabilitation de l'environnement.

Ce faisant, conformément aux termes de l'article 3 alinéa 2 de l'Annexe II du Règlement Minier, le montant de la sûreté financière de réhabilitation de l'environnement est également révisé si des changements dans les activités minières justifient une modification du Plan Environnemental, parce que le budget des mesures d'atténuation et de réhabilitation apparaît insuffisant.

Le montant de la sûreté financière de l'étude précédente (EIES KAMOA COPPER SA 2017) était fixé à 13,7 millions de dollars américains. Après avoir intégré des changements, le montant tel que revu est fixé à **17 651 975 \$ US**.

L'échéancier des versements de la sûreté financière de réhabilitation de l'environnement tel que repris dans le tableau 156 concerne les tranches à verser, réparties à 15 ans ; ainsi que les tranches déjà versées.

Tableau 159: Tranches de versement de la sûreté financière du Projet Kamoa – Kakula

Num. Année	Année	Montants	Montants versés*
1	2020	USD 141 215.8	
2	2021	USD 441 299.38	
3	2022	USD 723 730.98	
4	2023	USD 1 023 814.55	
5	2024	USD 1 306 246.15	
6	2025	USD 1 606 329.72	
7	2026	USD 1 888 761.32	
8	2027	USD 2 188 844.9	
9	2028	USD 2 488 928.48	
10	2029	USD 2 77 360.07	
11	2030	USD 3 071 443.65	
12	2031	USD -	
13	2032	USD -	
14	2033	USD -	

15	2034	USD -	
	Total	USD 17 651 975	- USD 30 821.00 (2014) - USD 91.360.00 (2015) - USD 153 000.00 (2016) - USD 109 613,84 (2017) - USD 342 543.25 (2018) - USD 561 770.93 (2019)
	Total Général restant à verser	USD 16 362 865.98	

TITRE VII : DE LA CONSULTATION DU PUBLIC ET DU PLAN DE DEVELOPPEMENT DURABLE

CHAPITRE 1 : DU PROGRAMME DE CONSULTATION DU PUBLIC AU COURS DE L'ELABORATION DE L'EIES

7.1.1. Contexte légal et justification

Aux termes de l'article 204 du Code Minier tel que révisé à ce jour, il est recommandé à tout titulaire de quel que permis que ce soit, de présenter une étude d'impact environnemental accompagnée d'un plan de gestion environnementale du projet et d'en obtenir l'approbation pour ainsi mettre en œuvre son plan de gestion environnementale et sociale. Cette étude d'impact environnemental et social doit présenter une description de l'écosystème avant les opérations minières, y compris la faune et la flore ; les sols et la topographie ; la qualité de l'air, des eaux souterraines et de surface.

Elle doit en même temps préciser les aspects qui peuvent être affectés qualitativement et quantitativement par l'activité minière ou l'exploitation de carrières. Elle doit contenir en outre, les mesures envisagées pour la protection de l'environnement, l'élimination ou la limitation des pollutions et la reconstitution des sites ainsi que pour vérifier l'efficacité envisagée desdites mesures.

Le titulaire des droits miniers et de carrières est tenu de fournir une sûreté foncière pour garantir l'accomplissement de leurs obligations environnementales pendant la recherche et/ou l'exploitation. Cette disposition poursuit en conférant en outre au titulaire des droits miniers, l'autorisation de constituer une provision pour réhabilitation du site conformément aux dispositions de l'article 258 du même Code.

Cette pertinente disposition vient conforter ce que prévoit le règlement minier à son article 450, illustrant la portée de l'Etude d'Impact Environnemental et Social et du Plan de Gestion Environnementale et Sociale, toutes les opérations d'exploitation hormis l'exploitation de carrières temporaire, doivent faire l'objet d'une Etude d'Impact Environnemental et Social et d'un Plan de Gestion Environnementale et Sociale.

Le Plan de Gestion Environnementale et Sociale constitue le plan de la mise en œuvre des mesures d'atténuation et de réhabilitation développées au titre V de l'Etude d'Impact Environnemental et Social conformément à la directive à l'annexe VIII du Décret relatif au règlement minier. Toutes les opérations minières résultant d'une activité intégrée, y compris les opérations de concentration, de traitement et de transport font partie de la même Etude d'Impact Environnemental et Social.

C'est pourquoi, il a paru impérieux qu'il soit organisé ces consultations publiques et journées portes ouvertes en vue de se conformer aux prescrits de la loi en la matière. Ceci pour permettre à la Société de bien procéder à la révision de son étude d'impact

environnemental et social, gage de l'élaboration d'un plan d'atténuation et réhabilitation ambitieux et conforme aux attentes et aspirations des communautés locales.

Telle est la raison pour laquelle l'ONG Alternatives Plus en partenariat avec la Société KAMCO a organisé du 01 au 06 mai 2019, les consultations publiques dans toutes les communautés environnantes et la journée portes ouvertes à Kolwezi dans la salle des fêtes Herais de 09h00 à 15h00. Notons que par la même occasion, les participants se sont rendu compte de l'évolution des travaux de la Société sur terrain ainsi que de toutes ses réalisations en faveur des communautés affectées.

7.1.2. Objectifs de consultation

Conformément à l'article 451 du règlement minier tel que révisé à ce jour, l'objectif ces consultations publiques et journées portes ouvertes rentrait dans le cadre du programme de consultation du public censé intervenir au cours de l'élaboration de l'Etude d'impact Environnemental et Social. Pour cette disposition, cette consultation du public doit intervenir au cours de l'élaboration de l'Etude d'Impact Environnemental et social en vue de permettre la participation active des communautés locales affectées par le projet de mines ou de carrières à l'élaboration de l'Etude d'Impact Environnemental et Social.

Il doit prévoir également la présentation et l'explication du programme des travaux d'exploitation, des impacts négatifs et positifs censés être produits par le projet et des mesures d'atténuation et de réhabilitation aux communautés locales affectées et recueillir leurs réactions, questions et préoccupations. Il s'agit en fait d'un processus d'acquisition du consentement libre, préalable et éclairé des communautés affectées par les activités d'exploitation du cuivre à Kamoa-Kakula.

7.1.3. Méthodologie

La méthodologie appliquée au cours de ces consultations publiques et portes ouvertes était incitative, motivante et très participative. Du début à la fin, les participants ont beaucoup donné au point de contribuer efficacement à travers des plaintes, suggestions et propositions à la Société pour améliorer son étude d'impact environnemental et social. Avant d'accorder la parole au public, un facilitateur tant du côté de la Société soit de l'ONG Alternatives Plus procédait à la présentation du contexte des consultations ou portes ouvertes, avant ainsi d'accorder la parole aux participants.

Dans cette complicité, tous réfléchissaient sur les stratégies relatives à comment procéder à l'exploitation sans affecter gravement l'environnement et le social des communautés riveraines. Ainsi donc, la méthodologie des consultations adoptée était axée sur des réunions préparatoires avec les autorités politico-administratives et traditionnelles en vue d'annoncer le programme, leur expliquer le projet et prendre les stratégies pour le programme des consultations publiques.

a) Annonce et réunions préparatoires

Une liste des différentes parties prenantes a été élaborée et une cartographie des communautés locales mise en place dans la zone d'influence du projet. Les chaînes de radio et télévisions locales ont diffusé des messages pour sensibiliser toutes les parties prenantes. Aussi, des invitations ont été lancées aux autorités politico-administratives et traditionnelles pour leur implication et participation. Des affiches et dépliants ont été produits et remis à ces derniers après la rencontre.

Les parties prenantes étaient regroupées en deux catégories :

- Les acteurs institutionnels constitués du gouverneur, les ministres impliqués, le maire, l'Administrateurs du territoire, du Chef de secteur, les Chefs des quartiers et des blocs, les différents Chefs d'antennes des services de l'Etat et les organes techniques de l'Etat ;
- Les acteurs sociaux regroupant les Chefs traditionnels, les leaders religieux, les ONG locales, les associations et les communautés locales.

b) Profil des participants

Les participants à ces consultations publiques et portes ouvertes étaient regroupés en quatre grandes catégories à savoir : les autorités politico-administratives provinciales, urbaines, territoriales, coutumières et locales ; les acteurs institutionnels ou agents des services spécialisés et impliqués dans le secteur minier et environnemental ; les acteurs membres des organisations de la société civile, des établissements d'enseignement supérieur et universitaire ainsi que les populations locales dans leur ensemble sans distinction.

Tableau 160: Calendrier préparatoire des réunions de consultation des parties prenantes.

Date	Type de réunion	Parties prenantes représentées	Lieu
26/4/2019	Réunion individuelle	Gouverneur de province de Lualaba	Gouvernorat
26/04/2019	Groupe des discussions	Président assemblée provinciale et membre du bureau	Siege de l'assemblée provinciale
26/04/2019	Réunion individuelle	Directrice de l'Agence Congolaise de l'Environnement (ACE)	Bureau de l'agence
27/04/2019	Groupe des discussions	Chef de terre communauté Muvunda et ses collaborateurs	Maison du Chef de terre
27/04/2019	Groupe des discussions	Chef de terre communauté Mulemena et ses collaborateurs	Maison du Chef de terre
27/04/2019	Groupe des discussions	Collaborateurs du Chef de groupement Musokatanda	Cour du Chef Musokatanda
27/04/2019	Groupe des discussions	Le Chef de secteur Lufupa et les Chefs des antennes des services	Bureau du secteur Lufupa

		étatiques	
29/04/2019	Groupe des discussions	Le Chef de secteur Luilu et les Chefs des antennes des services étatiques	Bureau du secteur Luilu
29/04/2019	Réunion individuelle	Ministre de l'environnement	Bureau du ministère
29/04/2019	Réunion individuelle	Ministre des mines/ Conseiller du ministère	Bureau du ministère
29/04/2019	Groupe des discussions	Division des mines /Chefs des bureaux et des services de la division des mines	Bureau de la division
29/04/2019	Groupe des discussions	Chefs d'antenne des services étatiques et agent du secteur Luilu	Bureau du secteur/ Kasania
30/04/2019	Réunion individuelle	Chef de terre Mpala	Maison du Chef de terre
30/04/2019	Réunion individuelle	Administrateur du territoire Mutshatsha	Bureau du territoire
02/05/2019	Réunion individuelle	Maire de la ville de Kolwezi	Bureau du maire
02/05/2019	Réunion individuelle	Ministre des affaires sociales	Bureau du ministère
23/05/2019	Réunion individuelle	Ministre du Plan	Bureau du ministère

c) Identification des communautés affectées

Les consultations publiques ont été réalisées dans la zone de Projet de Kamoia - Kakula. Cette zone est à cheval entre deux groupements (Musokatanda et Mwilu) regroupant plusieurs communautés.

Benkeni, Chamadingi (Tshamadingi), Chindechinde, Cite Maseka, Cite Musoka (Dipuma), Ferme Kaponda, Israël, Kabulo, Kakunta, Kamisange, Kamoia mission, Kangaso, Kaponda 1, Kaponda 2, Kavuma, Londrino, Mawawa, Mukanga, Mulemena, Mundjendje, Mupenda 1 et 2, Musulu, Muvunda, Ndjoni, Ndjosayi (Djosayi), Paulo, Placide / Katayi (Mukanga), Postolo/Sapalo, Muzeya, Samukoko, Sapatelo, Tshimbundji, Tshiwisha, Venance, et Wiri.

d) Mobilisation communautaire

Les communautés regroupant les 22 villages de la zone d'influence du projet KAMCO ont été informées quatre jours avant les consultations publiques et l'information a été relayée par les dirigeants communautaires et les médias. Un communiqué de presse a été écrit et mis à la disposition des radios et télévisions de la ville de Kolwezi. Le message a été diffusé chaque jour à trois reprises et cela jusqu'au commencement des consultations.

e) Organisation et déroulement des consultations

Répartition des équipes des consultations

Pour plus d'efficacité et pour mieux atteindre toutes les communautés de la zone, l'équipe était répartie en trois groupes et des communautés dénombrées en les regroupant en 8 groupes de consultation selon leurs tailles à l'exception de la communauté de Mpala dont la taille était grande. Ces séances des consultations se sont clôturées par une journée porte ouverte dans la salle des fêtes Herais, dans la ville de Kolwezi. L'implication des autorités coutumières s'est concrétisée par la sensibilisation des communautés hôtes.



Photo 48: Rencontre avec le Chef de Terres de Mpla

Entretiens

Des entretiens individuels ont été menés auprès des informateurs clés tels que le gouverneur, l'Administrateur du Territoire, les Chefs des groupements MUSOKANTANDA et MWILU, les Chefs des terres MUVUNDA, MPALA, et MULOMBA, les Chefs des divisions provinciales, les directeurs des organes techniques et des différents services étatiques(ACE,DPEM, etc.), les leaders religieux, les membres des associations et ONG locales, les fournisseurs de services et certains membres clés du personnel de KAMCO.



Photo 33: Rencontre la chef Muvunda

Photo 49: Entretien avec le Chef Muvunda

Groupe de Discussion

Certaines discussions en groupes ont été menées lors de la journée porte ouverte. Ces discussions ont eu l'avantage de renforcer les préoccupations et de fournir des éclaircissements et des corrections immédiates sur certains faits qui sont liés au projet ; en vue d'obtenir un consensus efficace.

L'avantage des réunions avec des groupes plus grands est que les idées sont beaucoup plus développées et étudiées que lors des entretiens individuels. Ce format est également utile car il permet de recueillir une grande quantité d'informations dans un laps de temps.

Les réunions des groupes de discussion ont lieu avec moins de personnes, mais ont permis d'avoir l'opportunité de mener des discussions approfondies sur des thèmes choisis.



Photo 50: Journées porte ouverte dans la salle Herais ville de Kolwezi

Déroulement des consultations

Selon l'agenda, ces consultations publiques ont commencé le mercredi 01 mai 2019 tel qu'initialement prévu en dépit des quelques cas de retard liés à la logistique. Ainsi, la première journée a commencé avec l'ouverture des travaux par la réunion avec la Chef de groupement Musokantanda, suivie par la réunion de consultation publique avec la population de Musoka Tanda devant le centre de santé de la place. Cette première étape a été poursuivie avec les consultations publiques à Mulemena, Cité Maseka, Mundjendje et Muvunda. Notons que ces consultations publiques étaient rendues possibles grâce à l'assiduité de deux groupes, chacun constitué des membres tant de la Société que de l'ONG Alternatives Plus.

Les deux groupes ont éclatés le deuxième jour en trois groupes et se sont répartis dans les communautés différentes. C'est ainsi que le premier groupe a couvert les communautés de Katayi, Kyamadingi et Cité Musoka, le deuxième groupe quant à lui s'était rendu à Kolwezi rencontrer le Maire de la Ville et le Ministre Provincial des affaires sociales alors que troisième et dernier s'était rendu à Walemba et Mpala.

Le troisième jour était consacré à la journée porte ouverte organisées dans la salle des fêtes Herais dans la ville de Kolwezi avec toutes les parties prenantes concernées. Le quatrième et dernier jour était clôturé par une séance de consultation publique à Kalundu. Notons que ces consultations publiques ont été précédées des rencontres avec les autorités politico-administratives provinciales, urbaines, territoriales et coutumières ainsi que les agents des services spécialisés que les acteurs de la société civile depuis le 26 Avril dernier.

Il sied de noter que la suite des consultations a été consacrée à la communauté Kaponda ainsi qu'au Ministère provincial du Plan et budget, respectivement le 06 et le 23 mai 2019, sous la facilitation respective de Messieurs Auguste Mutombo et Léon appuyés tous par Ben Muding.



Photo 51: Consultation publique aux villages Katayi et Mulemena



Photo 52: Consultation publique aux villages Kyamidingi et Cité Musoka

f) Les participants aux consultations

Au total l'on a enregistré 2062 participants représentant les communautés susceptibles d'être impactées dont 1402 sont des hommes et 660 des femmes.

Le tableau ci-dessous donne des renseignements sur le taux de participation des communautés.

Tableau 161: Calendrier des réunions de consultation publiques et le nombre des participants.

Date de la rencontre	Lieu de la rencontre	Parties prenantes	Type de rencontre	Homme	Femme
29 Avril 2019	Bureau AT	Administrateur du territoire	Groupe des discussions	3	-
29 Avril 2019	KASANIA/LUALABA	Chefs des services étatiques	Groupe des discussions	14	2
30 Avril 2019	KANZENZE	Chef de terre et notables	Groupe des discussions	2	0
01 Mai 2019	MUSOKA TANDA	Chef de terre et notables	Groupe des discussions	1	3
01 Mai 2019	MUSOKA TANDA	Les Communauté locales	Consultation publique	42	1
01 Mai 2019	MUVUNDA	Les Communauté locales	Consultation publique	67	64
01 Mai 2019	CITE MASEKA	Les Communauté locales	Consultation publique	106	57
01 Mai 2019	MULEMENA	Les Communauté locales	Consultation publique	70	79
27 Avril 2019	MULEMENA	Chef de terre Mulemena	Groupe des discussions	13	0
27 Avril 2019	MUSOKATANDA	Les Communauté locales	Consultation publique	227	99
27 Avril 2019	MUSOKATANDA Grp	Notables	Groupe des discussions	6	0
27 Avril 2019	MUVUNDA	Chefs de terre et notables	Groupe des discussions	4	1
29 Avril 2019	Kolwezi	Ministère de	Groupe des discussions	1	0

		l'environnement	discussions		
29 Avril 2019	Kolwezi	Chefs des bureaux et agents de la division des mines	Groupe des discussions	1	0
29 Avril 2019	Kolwezi	Division des mines	Groupe des discussions	3	0
01 Mai 2019	MUNDJENDJE	Les Communauté locales	Consultation publique	53	28
02 Mai 2019	WALEMBA	Les Communauté locales	Consultation publique	99	16
02 Mai 2019	CITE MUSOKA	Les Communauté locales	Consultation publique	117	106
02 Mai 2019	KYAMADINGI	Les Communauté locales	Consultation publique	83	38
02 Mai 2019	KATAYI	Les Communauté locales	Consultation publique	110	89
02 Mai 2019	Kolwezi	Ministère des affaires sociales	Groupe des discussions	1	3
02 Mai 2019	Mission MPALA	Les Communauté locales	Consultation publique	99	
03 Mai 2019	Kolwezi	Salle Herais	Journée porte ouverte/Open House	192	34
04 Mai 2019	Kalundu	Communautés locales		88	40
06 Mai 2019	Kaponda	Communautés locales	Consultation publique		
23 Mai 2019	Kolwezi	Ministère du plan	Groupe des discussions	05	03
				1402	660

7.1.5. Résumé des résultats des consultations

Durant toutes ces activités, plusieurs recommandations, plaintes et suggestions ont été adressées à la Société pour des solutions idoines en faveur des communautés locales affectées par ses activités. Il s'agit notamment des recommandations phares ci-après :

- Construire des infrastructures scolaires et sanitaires au profit des communautés ;
- Assister les communautés en leur octroyant des intrants agricoles ;
- Faire bénéficier les communautés des retombées issues des activités minières à travers une bonne collaboration entre la société et le service local de l'environnement en vue de bien gérer la poussière générée par la circulation des véhicules ainsi que bien d'autres dégâts collatéraux ;
- Répondre aux préoccupations des communautés affectées par les activités d'exploitation minière à travers le cahier des charges appuyé par les plans d'atténuation et de réhabilitation que celui de gestion de l'environnement ;
- Promouvoir les activités de développement local durable des communautés à travers les projets locaux de développement ;
- Accompagner les communautés dans le processus de plaidoyer auprès des sociétés des télécommunications pour leur désenclavement ;

- Promouvoir les possibilités d'accès à l'emploi des enfants membres des communautés avec bien entendu des contrats durables et à tous les niveaux en accroissant le taux de formation informelle et professionnelle à l'emploi et l'alphabétisation pour les candidats non scolarisés.

CHAPITRE 2. LE PLAN DE DEVELOPPEMENT DURABLE (PDD)

7.2.1 Définition

Le plan de développement durable(PDD) est un plan qui consiste à utiliser, conserver et valoriser les ressources naturelles renouvelables de la communauté de sorte que les processus écologiques dont dépend la vie soient maintenus et que la qualité totale de la vie puisse être accrue, maintenant et dans l'avenir. Ce plan permet d'assurer la gestion et la conservation des ressources naturelles renouvelables et l'orientation du changement technologique et institutionnel de manière à assurer le contrôle et le suivi visant à satisfaire les besoins des générations présentes et futures.

Le plan de développement durable doit figurer dans le Plan de Gestion Environnementale du Projet. Ce dernier devrait viser à améliorer le bien-être économique, social et culturel des populations locales affectées par le projet pendant et après l'exploitation de la mine.

7.2.2. Contexte légal

7.2.2.1. Règlement Minier

Le Règlement Minier de la RD Congo exige aux exploitants miniers un Plan de Développement Durable visant à améliorer :

- Le bien-être économique, culturel et social des populations locales affectées par le projet pendant et après l'exploitation du projet ;
- Les programmes des communautés locales pour expliquer les politiques de l'entreprise sur les questions environnementales et sociales et les mettre à jour sur les activités de la société au cours des opérations de l'usine ;
- Le programme de développement communautaire dans les différents domaines tels que l'éducation, la santé, les infrastructures, la participation financière de l'entreprise minière, les mesures de contrôle, le suivi et la participation des Associations de base qui sont les bénéficiaires ;
- Le calendrier et le coût de ce plan de développement durable ;
- Les mesures compensatoires pécuniaires et non pécuniaires ainsi que leurs modalités de mise en œuvre ;
- Les engagements de l'entreprise vis-à-vis des populations locales affectées par le projet ;

- améliorer la santé des communautés locales et régionales à travers les interventions, en fournissant aux services médicaux des produits pharmaceutiques et équipements nécessaires ; et
- Améliorer les normes d'éducation locales et régionales par la fourniture de matériels scolaires dans les établissements d'enseignement.

7.2.2.2. Réglementation afférente aux Associations Sans But Lucratif (ASBL)

KAMCO travaille en collaboration avec les associations et ONG qui sont considérées comme un véhicule spécifique et indépendant pour aider la société dans la planification et la mise en œuvre du Plan de développement durable en faisant participer toutes les parties prenantes impliquées à ses actions. Ainsi, tous ces organes devront avoir des contrats-programmes avec le Gouvernement.

7.2.2.3. Communautés affectées par le Projet

Les communautés susceptibles d'être affectées par le Projet sont : Benkeni, Chamadingi (Tshamadingi), Chindechinde, Cite Maseka, Cite Musoka (Dipuma), Ferme Kaponda, Israël, Kabulo, Kakunta, Kamisange, Kamo mission, Kangaso, Kaponda 1, Kaponda 2, Kavuma, Londrino, Mawawa, Mukanga, Mulemena, Mundjendje, Mupenda 1 et 2, Musulu, Muvunda, Ndjoni, Ndjosayi (Djosayi), Paulo, Placide / Katayi (Mukanga), Postolo/Sapalo, Muzeya, Samukoko, Sapatelo, Tshimbundji, Tshiwisha, Venance, et Wiri.

Les populations des villages précités ont comme activités principales :

- l'agriculture ;
- la fabrication de charbon de bois ;
- l'exploitation minière artisanale ; et
- le petit commerce.

7.2.2.4. Les mesures compensatoires pécuniaires et non pécuniaires

La société a procédé aux opérations d'indemnisations des communautés affectées et délocalisées pour une réinstallation comme prévu dans le Règlement Minier révisé. Les mesures compensatoires pécuniaires et non pécuniaires ont été décrites à travers des mesures de compensation et d'acquisition des terres dans un plan qui explique comment l'entreprise compensera les personnes affectées par le projet de mine, et comment elle cherchera à améliorer les conditions de ceux qui sont affectés par les activités du Projet. Il faut souligner que plus des vingt villages se trouve dans les Permis d'Exploitation de Kamo.

7.2.3. Réalisations de la société

7.2.3.1. Engagements de la société

Sur base du large programme de développement communautaire appelé Projet pour le Développement Durable de Kamoia « PDDK », KAMCO s'engage à favoriser le développement durable dans les communautés qui l'entourent en partenariat avec les services spécialisés de l'Etat et d'autres activistes du milieu, en tant que partie intégrante de la réalisation du développement durable suivant les objectifs définis par les bénéficiaires selon le Plan Local de Développement (PDL) de deux grandes entités décentralisées à savoir les secteurs Luilu et Lufupa et il s'agit de:

- S'attaquer aux problèmes de sécurité alimentaire et aider à la construction d'économies autonomes dans les communautés;
- Améliorer le niveau de vie des populations grâce à la création de projets de subsistance durables (production de maïs, de légumes, de volaille, de miel et poissons);
- Aider à créer des coopératives durables au profit des populations locales par le biais du partenariat;
- Aider à créer des PME solides et fiables pour le développement économique local et provincial à l'aide d'un système d'aide aux entreprises ciblées.

7.2.3.2. Projets sociaux en faveur des membres des communautés locales

1. Education et Alphabétisation des adultes

A. Education

La société a construit et équipé trois écoles jusque là et un quatrième est en pleine construction. Toutes ces écoles ont six salles de classes, un bureau administratif et salle des professeurs ainsi que des toilettes et douches séparées pour filles et garçons.



Photo 53: Ecole Muvunda construite par KAMCO.



Photo 54: Cour de l'école pavée et garnie de pelouse et l'intérieur des classes

B. Alphabétisation des adultes

KAMCO a déjà mis en place un programme de formation et d'alphabétisation des adultes depuis quelques années déjà et poursuit son programme comme promis. Au moins 140 apprenants ont été diplômés en présence du Commissaire General du Gouvernement en charge du Genre et Famille de la Province du Lualaba.



Photo 55: Hymne national et les autorités traditionnelles présentes à la remise des diplômes.



Photo 56: remise des diplomes.Apprenant dans la salle de



Photo 57: Remise des diplomes par son Excellence Mamdame Marie Louis Mafo; Commissaire General du Gouvernement en charge du Genre et Famille de la Province du Lualaba.

C. Programme de couture

La société KAMCO a déjà lancé un programme de formation des femmes à la couture pour une autonomisation de ces dernières en collaboration avec l'ONG AFECA dans deux collectivités ; Musokantanda et Muvunda. Cette ONG est subventionnée par Kamoa et a formé jusque-là 25 femmes en vue d'une production industrielle. Une évaluation a été effectuée après la séance d'entraînement de 2018 et a montré un résultat positif concernant la qualité des vêtements fabriqués et la capacité à réparer des machines à coudre.



Photo 58: Les apprenantes en pleine activité



Photo 59: Séance d'évaluation des apprenantes.

2. Infrastructures communautaires

A. Projet d'eau communautaire

Kamoa a foré trois puits d'eau communautaires équipés d'installation d'un système de distribution d'eau par pompe solaire immergée dans trois communautés, Muvunda, Musokantanda et Mundjendje. Ce projet a été réalisé par l'entreprise locale Techno Plus pour un montant de 150.000USD. Quatre autres puits ont été construits et équipés par une autre compagnie au coût de 102.000 USD.

Deux sources ont été également aménagées à Ngomeulu (Mwilu) et Kandjamba (Nkolanga) et les travaux ont été réalisés par l'entreprise locale KASWEL pour un budget de 10.000USD.



Photo 60: Forage en cours avec Techno Plus et puits équipé a Muvunda



Photo 61: Introduction du projet aux parties prenantes et Ceremonie traditionnelle par le Chef de Groupement Mwilu.



Photo 62: Chef Mwilu testant l'eau de la source aménagée de Ngomeulu et Chef Kolanga testant l'eau aménagée de Kandjamba.

B. Santé Publique

Le centre de santé de Kantala a bénéficié d'un don de Kamoa des tôles ondulées et des planches pour la réhabilitation de sa toiture. Le même centre a reçu un panneau solaire pour la recharge du Deki reader. Les 4 autres centres de santé (Cite Maseka, Kantala, Mpala et Musokantanda) ont reçu un don des vélos et équipements médicaux ainsi que des médicaments pour la prise en charge de leurs patients. La société participe chaque année à la célébration de la journée internationale du HIV/SIDA dans les écoles avec élèves dans les jeux concours de connaissance en HIV/SIDA.



Photo 63: Velos remis aux infirmiers titulaires des centres de santé



Photo 64: Personnel du Departement des Relations Communautaires de KAMCO introduisant le jeu concours aux eleves et Declamations de poèmes en rapport avec le VIH/SIDA

C. Construction des maisons

La délocalisation-relocalisation de 45 ménages a été réalisée dans la communauté Muvunda vivant dans 15 hameaux dispersés sur 1600Ha. Une nouvelle maison a été construite en remplacement de leur ancienne habitations suivant le protocole d'accord entre Kamoa et les ménages affectés. Une école a été construite en

Congo Environment And Mining Consulting *Société KAMOA COPPER SA/ CEMIC-278/19*
CEMIC

compensation de la perte d'accès aux ressources naturelles. La construction des maisons des enseignants de cette école est encore en cours. Le cout total de ce processus de délocalisation encore en cours, avoisine déjà 800,000 USD. Une autre phase de délocalisation a eu lieu sur un espace plus petit de 36 Ha de compensation le coût total pour la compensation a avoisiné US\$ 23.500,00. En plus un puits d'eau a été placé dans le village d'accueil (Muvunda) et une clinique est prévue pour l'année 2019.



**Photo 65: Type d'habitation a l'origine
Type de maison recu après la
delocalisation**

D. Routes d'accès

Un protocole d'Accord signé entre KAMCO et la Province du Lualaba pour le financement de la construction du lot 3 de la By-Pass Sud, une route appartenant à la Province du Lualaba.

Une enquête et compensation de 27 fermiers a été finalisée retrouvés sur 55m de servitude longue de 20 Km pour un cout total de \$32.000. Une autre enquête a été faite sur 55m de servitude longue de 8Km sur une route de déviation allant du village Israel à la mine de Kakula et nvirons 1,5 Ha de champs ont été affectées sur cette route pour un total de \$6.000.

Kmco a également a procédé a la réhabilitation complète de 35 Km de route allant du camp Kamoia au-delà du village Musakantanda et de 31 Km de route allant de Luilu au camp Kamoia et un remplacement et rénovation de 25 panneaux communautaires installés dans les villages.



Photo 66: Rehabilitation des routes.

3. Réalisation antérieures de PDD

A. Zones agricoles

Le Gouvernement de l'ancienne Province du Katanga avait demandé à toutes les entreprises minières de mettre en place des projets de production de maïs sur 500 hectares dans la zone de la concession. Le Projet de Kamoia - Kakula a mis sur pied un programme de production de maïs par les petits exploitants, qui atteint 150 - 200 hectares chaque année. 152 familles sont impliquées dans ce programme.



Photo 67: Champ de Musokantanda et la récolte de maïs a Musokantanda

La société a également mis en place des programmes visant à développer des projets de subsistance durables dans la zone du Projet. Une partie des objectifs du Projet concerne la sécurité alimentaire dans la zone, au moyen d'un programme spécial qui consiste à introduire les techniques, systèmes d'agriculture de conservation. Des

parcelles de démonstration ont été établies et plusieurs agriculteurs formés pour créer des parcelles d'agriculture de conservation dans leurs communautés. Cette initiative a été déployée dans toute la région.

D'autres aspects de ce projet comprennent la production de légumes, de miel et d'aquacultures, en plus d'améliorations du traitement des aliments et, à l'avenir, l'introduction de tracteurs, de la production de volaille, de micro-entreprises (notamment pour les femmes) et de l'entreposage de graines. 10 fermiers leaders ont été identifiés et sont appuyés en pisciculture et culture maraichère afin de servir de moteur d'accroissement de la production agro alimentaire dans la zone.



Photo 68: Fermier leader Mumba dans sa ferme avec ses travailleurs



Photo 69: Fermier leader en pleine activité maraichère et la récolte piscicole

Des femmes ont été formées en aviculture et produisent des œufs et poulets de chair qu'elles abattent dans un abattoir construit pour la communauté par KAMCO et certifiée par la Division Provinciale de l'AGRIPEL.



Photo 70: Poullaiier automatise pouvant heberger 2495 pondeuses



Photo 71: Abattoir des poulets de chair et la production des oeufs vendus aux tarvaileurs de KAMCO

D'autres femmes ont été encadrées dans la production en fruits, 8 Ha de bananiers ont été développés et détenus par des femmes de la communauté.

B. Zones de relocalisation

- Tous les efforts sont actuellement déployés pour éviter toute relocalisation involontaire.
- Pour la mine de Kansoko, une superficie de 7 Km² a été clôturée pour la plupart des infrastructures de surface prévues. Cette zone a fait l'objet d'une enquête en

2016 et il s'y en est suivi des indemnisations et compensations versées aux particuliers et aux collectivités suite à la perte de champs de diverses cultures et d'accès à ces terres selon la législation en la matière. Au total 230 champs agricoles ont été identifiés et indemnisés selon la valeur mercuriale locale augmentée de 50%. Selon les bonnes pratiques de KAMCO, les terres perdues ont été proposées pour remplacement, mais les personnes affectées ont préféré être compensées en argent et refaire elles- même leurs champs. En plus, la perte d'accès aux ressources naturelles contenues dans l'espace clôturé a valu une compensation commune d'une école secondaire technique construite et équipée par KAMCO. Cette école fonctionne parfaitement pour le moment sous la gestion de l'Eglise Méthodiste Unie. Aucune délocalisation- relocalisation physique n'était nécessaire pour la mine de Kansoko et aucun site de sépulture n'a été identifié à l'intérieur de la clôture prévue.



Photo 72: Ecole technique KAMPEMBA construite au village Kaponda par KAMCO en compensation de la perte d'accès aux ressources naturelles contenues dans le périmètre de la mine de Kansoko.



Photo 73: Les élèves de l'école technique KAMPEMBA

- Pour la mine de Kakula, une superficie de 21 km² a été clôturée pour des infrastructures de surface prévues. L'enquête des champs a été faite en deux étapes, d'abord pour la zone prévue pour la construction du portail d'entrée de la mine et ensuite sur tout le reste des 21 km². A la première étape, 11 champs ont été identifiés tandis qu'à la deuxième étape 115 champs pour une superficie totale de 54Ha. Tous ces champs ont été indemnisés selon la législation en la matière, de même que les arbres fruitiers et les biens des 45 ménages qui y vivaient. A la suite de plusieurs consultations avec les personnes affectées et leurs autorités traditionnelles en collaboration avec les services étatiques de l'AGRIPEL et du Développement Rural, avec l'accompagnement de l'ONGD Alternative Plis, les 45 ménages ont été tous délocalisés physiquement, dans des maisons de meilleure qualité construites par l'entreprise KAMCO, au village Muvunda, chef-lieu de la terre traditionnelle de Muvunda.



Photo 74: Type d'habitation des personnes affectées avant la delocalisation



Photo 75: Type de maisons remises en compensation des habitations perdues.

- 54 Ha de terre arables ont été ouvertes en faveur des personnes qui ont perdu leurs terres de culture et le processus de restauration des moyens de subsistance est en cours.
- Une école primaire et 7 maisons des enseignants ont été construites en compensation de la perte d'accès aux ressources naturelles situées dans la clôture de la Mine de Kakula. Comme pour Kansoko, ces infrastructures ont été choisies par la communauté affectée lors des réunions de concertation.
- Un puits d'eau avec pompe solaire a été aussi installé afin de donner aux familles hotes et réinstallées de Muvunda l'accès à de l'eau potable.



Photo 76: Ecole primaire Muvunda construite au village Muvunda par KAMCO en compensation de la perte d'accès aux ressources naturelles contenues dans le primetre de la mine de Kakula



Photo 77: Maison des enseignants de l'école Muvunda (7 au total)



Photo 78: Puits d'eau équipé d'une pompe solaire forée à Muvunda

La compensation et le processus de délocalisation- relocalisation a été réalisée en consultation avec les personnes touchées et les équipes étatiques de l'AGRIPEL et du Développement Rural. Pour des raisons de transparence, KAMCO s'est fait accompagner par une ONG experte en RSE, Alternative Plus. Chaque paiement a été fait par voie bancaire pour raison de sécurité et de tracabilité.

Aucun site de sépulture n'a été identifié à l'intérieur de la clôture périmétrique prévue pour la mine de Kakula.

En 2019, le besoin d'installer d'autres infrastructures de surface notamment les puits de ventilations et les tuyauteries de la mine, une autre phase de délocalisation est en cours dans la zone sud de kakula. L'enquête a révélé la présence de 336 champs sur une superficie totale de 162 Ha et 64 familles qui seront sujettes à une délocalisation physique. Le processus actuel suit la nouvelle prescription en matière de délocalisation, notamment selon l'annexe XVIII du règlement minier actuel en rapport avec la Directive relative a la delocalisation, l'indemnisation, la compensation, au deplacement et à lareinstallation des communautés affectees par les projets miniers.

Un cimetière a été identifié dans cette zone de Kakula et des mesures ont été prises pour éviter de l'impacter par les infrastructures. La zone du cimetiere a été laissée indemne et un couloir d'accès libre est prévu lors de la cloture de cette zone. Pour accomplir une compensation adéquate et satisfaisante des impacts d'une relocalisation physique et économique associée au Projet, toute délocalisation-relocalisation est effectuée conformément à la législation de la RDC et en consultation avec les communautés, les dirigeants et autorités concernés avec l'accompagnement d'une ONG experte en RSE.

A chaque fois, différentes options d'emplacements de relocalisation ont fait l'objet de discussions et ont été convenues avec les personnes affectées par le Projet Kamoa - Kakula, et ce, avant toute relocalisation. Un plan d'action de relocalisation (PAR) ainsi qu'un Plan de Restoration des Moyens de Subsistance seront soumis pour apporbaton par les autorités compétentes et mis en œuvre en conformité avec la réglementation applicable en RDC.

4. Projets de développement communautaire

A. Cahier des charges :

La vision de KAMCO est de stimuler une économie durable autour des activités minières au travers des programmes d'entreprenariats ambitieux et ainsi avoir des communautés heureuses. Les Plans Locaux de Développement élaborés par les secteurs de Lufupa et Luilu avec l'accompagnement des ONG SADRI et Alternative Plus ont été soigneusement examiné et analysé pour identifier des initiatives viables sur lesquelles

KAMCO peut constituer un cahier de charge afin de se conformer au nouveau code minier dans le cadre du programme de développement de l'économie locale. Les 44 initiatives ont été identifiées et feront l'objet de base pour l'élaboration du cahier de charge de KAMCO pour les cinq prochaines années.

Les 44 initiatives sont résumées dans le tableau ci bas selon leurs catégories et les secteurs :

Row Labels	1 Year	2 Years	3 Years	4 Years	5 Years	(blank)	Grand Total
Year 1	8	1	1	3	24		37
LUFUPA	5		1	1	17		24
Agriculture	1				4		5
Commerce					1		1
Crafts	2				1		3
Education					2		2
Health					1		1
Infrastructure			1	1	5		7
People dev	2				3		5
LUILU	3	1		2	7		13
Agriculture	1						1
Crafts	1						1
Education				1	3		4
Health		1			2		3
Infrastructure				1	2		3
People dev	1						1
Year 2	1	2	1	2			6
LUFUPA	1	1					2
Agriculture	1						1
Energy		1					1
LUILU		1	1	2			4
Commerce				1			1
Infrastructure		1	1	1			3
Year 3			1				1
LUILU			1				1
Infrastructure			1				1
(blank)							
(blank)							
Grand Total	9	3	3	5	24		44

B. Projets d'entrepreneuriat alloué aux communautés

Pour promouvoir l'entrepreneuriat dans les communautés, 12 projets ont été réservés à l'entrepreneuriat local. Ce sont des projets où KAMCO assiste les communautés dans la mise place et le pilotage desdits projets dans le but de garantir un modèle durable dans la création de richesse. Certains sont déjà en pleine réalisation et d'autres devront suivre progressivement.

La briqueterie "TUJENGE"

Le projet consiste en une briqueterie communautaire constitué de 19 actionnaires sélectionnés parmi les membres de la communauté locale de KAMCO dont six (6) sont des femmes.

Parmi les 25 membres au départ sélectionnés, les 19 ont accepté de suivre une formation en briqueterie industrielle et se constituer en coopérative dans laquelle chacun a des parts égales. Le plan d'affaire prévoit un chiffre d'affaire de 228.000 \$ pour un profit annuel de 38.000\$. La coopérative a été officiellement constituée avec un compte bancaire ouvert en son nom et une structure de gestion votée par les membres constitutifs.

Une autre formation a concerné 2 personnes en module de comptabilité afin de gérer les aspects financiers est sur la bonne voie.

Cependant, un accord de partenariat a été convenu entre KAMCO et la coopérative pour la fourniture mensuelle d'au moins 45000 briques et pavées pour les activités de construction de la mine et une lettre d'adjudication consécutive a été adressée à TUJENGE par Kamo Copper SA.

Un prêt de 57.200 \$ sous forme de matériaux de construction et d'équipement a été alloué à TUJENGE pour la fabrication des briques, prêt à rembourser en trois (3) ans. La formation a commencé en Mai 2018 et la première production de briques et pavés a été réalisé en Aout 2018.

La qualité de service, la production ainsi que le système de paiement ont été tous biens gérés par les membres de la coopérative.



Photo 79: Membres de la coopérative Tujenge en plein travail et les membres de la coopérative TUJENGE (en bleu) devant leur usine de briqueterie

KAMCO en collaboration avec les ONG a également organisé une formation pour l'approvisionnement en intrants (ciment, sable, gravier) par la coopérative elle-même auprès des fournisseurs de Kolwezi afin de les rendre auto dépendants.

A cause du succès réalisé, l'étendue de la demande de KAMCO s'est élargie à la pause des pave et construction des petits ouvrages parmi les projets communautaires et autres de la mine.

Projet de fourniture de main d'œuvre locale. « Chovu Chovu »

Ce projet est axé sur les éléments suivants :

- Identification des faiblesses de gestion du projet et mis en place d'un plan d'affaire favorable pour l'amélioration de la prestation et la durabilité du projet.
- Formation des acteurs de gestion de Chovu Chovu pour une amélioration dans la qualité de gestion.
- Amélioration et correction des faiblesses de gestion en bonne progression.

Notons qu'un amendement du contrat de partenariat entre KAMCO et Chovu Chovu a été fait pour une gestion durable.

C. Projet des activités agro-pastorales

Le Projet de Moyens de Subsistance Durable de Kamoia (KSLP) est un programme initié par KAMCO et visant en grande partie à autonomiser économiquement les communautés dans l'empreinte de la mine. Ce programme de KAMCO a été exécuté dans le cadre des lignes directrices et des politiques régissant la mine, sans porter

atteinte au mandat de responsabilité sociale des entreprises du gouvernement. Il a rempli sa responsabilité sociale d'entreprise en contribuant au développement des économies locales dans la province de Lualaba en République démocratique du Congo.

Le programme mené dans deux chefferies de Mwilu et de Musokantanda depuis cinq ans (première phase), a atteint ses objectifs initiaux:

- L'objectif principal du programme est de construire des communautés durables afin d'améliorer la sécurité alimentaire et le niveau de vie des personnes qui vivent dans l'empreinte de la mine.
- Un plan stratégique quinquennal a été élaboré en tant que programme en deux phases. Le programme permettra à certains fermiers communautaires de passer de l'agriculture à petite échelle à l'agriculture à échelle moyenne.
- Les cinq programmes suivants ont été mis en œuvre dans les communautés depuis en 2016:
 - Production de maïs à petite échelle;
 - Production de légumes;
 - Production et gestion de la volaille;
 - Le développement et la gestion de l'apiculture (production de miel); et
 - Production aquacole.

A. Production de maïs à petite échelle.

KAMCO a soutenu les efforts du gouvernement visant à améliorer la sécurité alimentaire en RDC grâce à la production de maïs avec le soutien des sociétés minières.

KAMCO assiste les agriculteurs de maïs à labourer de champs de maïs communautaires, fourni les semences et les engrais (urée et NPK).

Comme effets positifs, l'amélioration de la situation socio-économique au niveau des ménages (certains agriculteurs ont acheté des motos, des tôles pour leurs toitures et d'autres biens ménagers). En somme, L'encadrement des petits fermiers ainsi que le suivi des cultures ont été assurés ainsi que la surveillance contre l'infestation de vers et d'insectes nuisibles.

Des pulvérisations ont été réalisées dans les champs infestés.

La tenue de la première journée de l'agriculture dans les communautés Tshiwisha et Kamoia mission en collaboration avec Khan en collaboration avec la société Seedco. Le but de la journée était de partager des expériences de maïs de meilleure croissance (variétés SC647, 719 et 537), apprendre auprès des meilleurs agriculteurs.

Tableau 162: Activités agro-pastorales - Productions annuelles – Maïs

Année	Nbre Communautés	Bénéficiaires directs	Superficie (Ha)	Production (Tonne)	Moyenne T/Ha	Revenu (\$)
2011-2012	1	8	8	9,2	1,2	4.600
2012-2013	10	105	86	152	1,8	48.328
2013-2014	23	422	297,52	502.84	1,7	434.537
2014-2015	23	429	342,75	500	1,5	221.400
2015-2016	16	305	235	419	1,7	125.700
2017-2018			85	234	2,7	

B. Culture maraichere

KAMCO continue de fournir son assistance aux producteurs locaux des légumes dans l'approche de durabilité englobant la distribution d'outils et d'équipements destinés à la production de légumes et facilitant l'accès au marché proche.

Les critères ont ciblant les maraichers vulnérables sélectionnés dans les communautés pour accéder aux semences de base, outils de jardinage et à l'équipement. Pour ce domaine, l'objectif du projet est de:

- Augmenter le revenu individuel grâce à la production et à l'approvisionnement durables de légumes de qualité;
- Réduire la pauvreté dans les ménages vulnérables en améliorant la sécurité alimentaire;
- Créer des petites entreprises et durables;
- Réduire la vulnérabilité des agriculteurs face aux changements climatiques en les initiant à des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement et en gérant durablement les ressources en eau.

Tableau 163: Activités agro-pastorales - Productions annuelles- Légumes

Année	Nbre Communautés	Bénéficiaires directs	Production (Tonne)	Revenu (\$)
2011-2012	8	120	3,0	3.000
2012-2013	23	345	5,5	5.500
2013-2014	16	160	4,1	4.101
2014-2015	12	123	6,09	13.836,7

2015-2016	10	39	34,6	79.223
2017-2018	10		43	56.600

C. Culture aviaire

KAMCO. a appuyé deux groupes de femmes dans la production de volaille dans le but d'améliorer l'état nutritionnel et revenu des ménages. Les employés de KAMCO demeurent le plus gros consommateur de produits de volaille communautaires (poulets de chair et œufs) quoique les autres membres de la communauté achètent auprès de ces associations.

Ces deux groupes sont constitués en associations rurales Lwansenga et Mukanga.

Les œufs sont aussi vendus à la cuisine de KAMCO et de son contractant principal JMMC pour nourrir les travailleurs.

D. Production apicole

Le projet de production de miel (Apiculture) vise à créer des revenus à partir des ventes de miel et de cire d'abeille. Ceci entre dans le programme visant à maintenir l'écosystème en préservant les arbres qui produisent le nectar et le pollen et augmentent aussi les rendements par la pollinisation des cultures par les abeilles.

KAMCO a soutenu les apiculteurs avec les ruches modernes, les outils et l'équipement de protection et reste le plus gros acheteur de l'un des meilleurs miels bio du monde traité par les communautés, tout en les aidant à l'accès aux autres marchés.

Tableau 164: Activités agro-pastorales - Productions annuelles- Apicole

Année	Nbre Communautés	Bénéficiaires directs	Nombre de ruches	Production (Kg)	Revenu (\$)
2014	2	16	12	104	204
2015	3	45	25	569,5	905,4
2016	2	35	50	1.547	4.285



Photo 80: Production de miel à partir de ruches Kenyan Top Bar



Photo 81: Miel produit et conditionne dans le format utilisable.

E. Pisciculture

Le but de ce projet est d'inculquer des aptitudes de pisciculture aux communautés locales et accroître l'apport nutritionnel et économique des communautés.

14 étangs piscicoles de 675 ares chacun ont été construits par les communautés et stockés avec des alevins de tilapia.

Le plan est de construire 25 étangs du cote Kakula et 25 autres du cote Mupenda afin de faire de ces deux zones des pools de production principale de tilapia pour nourrir non seulement la mine de Kamoia mais aussi bien la ville de Kolwezi.




Photo 82: Etang piscicole stocké avec 2000 alevins et les étangs communautaires finis

TITRE VIII. : CERTIFICATION DE LA CONFORMITE

La Société KAMCO certifie que la présente Etude d'Impact Environnemental et Social ainsi que le Plan de Gestion Environnementale et Sociale sont conformes aux dispositions de l'Annexe VIII du du Décret n° 038/2003 du 26 mars 2003 portant Règlement Minier tel que modifié et complété par le Décret n° 18/024 du 08 juin 2018.

Fait à Kamo, le

Signature du titulaire ou du requérant


Mark FARREN, Directeur Général

Signature du représentant du bureau d'études environnementales

Bertin KONGOLO, Administrateur Directeur Général

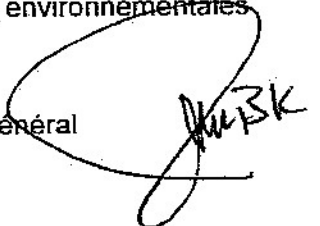


Table des matières

TITRE I. DU RESPECT DE LA DIRECTIVE SUR L'EIES LORS DE L'ELABORATION DE L'ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL ET DU PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE	1
CHAPITRE UNIQUE. DE L'ELABORATION DE L'ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL ET DU PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE.....	1
I.1. De la prise de connaissance de la directive sur l'Etude d'Impact environnemental et social	1
I.2. Du respect des conditions d'élaboration de l'Etude d'Impact Environnemental et Social du Plan de Gestion Environnementale et Sociale.....	1
I.3. Des étapes de l'élaboration de l'Etude d'Impact environnemental et Social.....	1
TITRE II. DE LA PRESENTATION DU PROJET D'EXPLOITATION	3
CHAPITRE I. DES ELEMENTS D'IDENTIFICATION DU PROJET	3
I.1. De l'identification de l'entreprise chargée de l'exploitation des mines	3
I.2. De l'identification du requérant et du consultant chargé de la préparation de l'Etude d'Impact Environnemental et Social.....	4
I.3. De l'identification des Droits d'exploitation demandé.....	6
I.4. De l'intitulé du Projet.....	6
I.5. De l'emplacement des travaux d'exploitation.....	6
I.6. Des droits fonciers et droits de mines ou de carrières compris dans le périmètre...	8
CHAPITRE II. DE LA DESCRIPTION DU PROJET	9
2.1. Du résumé du projet	9
2.1.1. Nature et étendue du gisement.....	10
2.1.2. Les travaux d'exploitation prévus.....	11
2.1.2.1. Les travaux spécifiques	13
2.1.3. Les aménagements et infrastructures prévus	16
2.1.3.1. Les aménagements	16
2.1.3.1.1. Les Infrastructures	18
2.1.3.1.1.1. Les infrastructures du site de Kamoia	18
2.1.3.1.1.2. Les infrastructures du site de Kakula	19
2.1.3.1.1.3. Les infrastructures de la zone minière	20
2.1.3.1.1.4. Les infrastructures de la zone du concentrateur	23
2.1.3.1.1.5. Bâtiments d'infrastructure générale	23
2.1.3.1.1.6. Installations de construction.....	25
2.1.3.1.1.7. Hébergement	26
2.1.3. Les méthodes d'exploitation utilisées	29
2.2. Nature minéralogique du gisement.....	29
2.2.1. Contexte géologique et minéralisation.....	29
2.2.2. Types et répartition de la minéralisation	31
2.2.3. Minéralisation.....	33
2.2.3.1. Types de dépôts des minerais.....	34
2.2.4. Estimation des ressources minérales	35
2.2.4. Plan général de situation des PE.....	36

2.2.4.1. La radioactivité du site du projet Kamoia-Kakula	37
2.2.4.1.1. Appareillage	38
2.2.4.1.2. Caractéristiques techniques	38
2.2.4.1.3. Etude radiologique des points d'évaluation	45
2.2.5. Durée de vie	47
2.3. De l'extraction du minerai	47
2.3.1. La capacité moyenne et nominale d'extraction	47
2.3.2. L'emplacement des travaux d'extraction	47
2.3.3. Les méthodes d'extractions considérées	48
2.3.3.1. Propriétés du minerai et des stériles	50
2.3.3.2. Les caractéristiques des chambres et des piliers	50
2.3.4. Les types, nombre d'équipement et de matériels à utiliser	52
2.3.4.1. Plan de minage	55
2.3.5. Le volume du mort-terrain à déplacer	56
2.4. Des méthodes de traitement du minerai	57
2.4.1. La réduction granulométrique du minerai	57
2.4.1.1. Broyage primaire et secondaire	58
2.4.2. La concentration du minerai	59
2.4.2.1. Le circuit de flottation	60
2.4.2.2. La production du cuivre métal	60
2.4.2.3. Réactifs et services divers	61
2.4.3. Equipements et matériels à utiliser	62
2.4.3.1. Stockage des matériaux	64
2.4.4. La nature et l'emplacement des installations de traitement	64
2.5. Les eaux d'exhaure	64
2.5.1. Exigences en matière d'exhaure	64
2.5.2. Qualité des eaux souterraines	65
2.5.3. Taux de captage des eaux souterraines	65
2.6. De l'usine ou atelier de traitement du minerai	66
2.6.1. Capacités productives installées	66
2.6.2. Le cheminement quantitatif des phases	67
2.6.2.1. Récupération du minerai	68
2.6.2.2. Concassage et criblage	68
2.6.2.3. Stockage des minerais du broyeur	69
2.6.2.4. Broyage primaire	69
2.6.2.5. Broyage secondaire	70
2.6.2.6. Flottation	71
2.6.2.7. Nettoyant de haute qualité	72
2.6.2.7. Le circuit de flottation de l'épurateur	72
2.6.2.8. Le broyage des concentrés	73
2.6.2.9. Le circuit de flottation du récupérateur de nettoyage	73
2.6.2.10. Épaississement des résidus de flottation	74
2.6.2.11. Alimentation de remblai et élimination finale des résidus	74
2.6.2.12. Épaississement des concentrés	75
2.6.2.13. Filtration des concentrés	76
2.6.2.14. Ensachage et chargement des concentrés	76

2.6.2.15. Le système d'injection d'air	77
2.6.3. La liste et fiche technique des produits chimiques, hydrocarbures et lubrifiants	80
2.6.4. Plan pour la manutention et le stockage des produits chimiques	82
2.6.5. Le bilan des cyanures	83
2.6.6. Les mesures préventives et d'urgence prévues sur le site	83
2.7. L'effluent final	84
2.7.1. Modalités de déversement de l'effluent final	84
2.7.2. La localisation du point de déversement de l'effluent final	85
2.8. Les eaux utilisées	85
2.8.1. Bilan hydrique de l'exploitation minière souterraine	86
2.8.2. Bilan hydrique de l'usine de traitement de Kakula	88
2.8.3. Exhaure des galeries inclinées et surplus d'eau sale	88
2.8.4. Bilan hydrique de l'infrastructure d'entreposage des rejets	88
2.8.5. Les activités nécessitant de l'eau	93
2.8.5.1. Demande en eau	93
2.8.6. Plan de gestion des eaux présentes sur le site du projet	95
2.8.6.1. Installations de stockage d'eau	96
2.9. Les infrastructures et les aménagements	98
2.9.1. Les infrastructures de surfaces	98
2.9.1.1. Infrastructures électriques / Energie	99
2.9.2. L'infrastructure souterraine	101
2.9.2.1. Conception de l'accès à la mine	101
2.9.2.2. Système de ventilation	104
2.9.2.3. Installations de refroidissement de l'air de mine	107
2.9.2.4. Systèmes de traitement des minerais et des déchets	107
2.9.2.5. Bacs et points de transfert	108
2.9.2.6. Ateliers	110
2.9.2.7. Distribution de carburant et de lubrifiant	111
2.9.2.8. Magasin des explosifs	112
2.9.2.9. Système d'air comprimé	113
2.9.2.10. Logistique de manutention et stockage	113
2.9.2.11. Stations de refuge	114
2.9.2.12. Système de toilette	114
2.9.2.13. Système d'alimentation et de communication	114
2.9.2.13.1. Sous-stations électriques et distribution d'énergie	114
2.9.2.13.2. Système de communication, de contrôle et d'automatisation	115
2.9.3. Plan du site	115
2.10. Les minerais et les concentrés	117
2.10.1. Minéralogie du minerai	117
2.10.2. Minéralogie du concentré	121
2.10.3. Piles de stockage du minerai	124
2.11. Les rejets des mines	125
2.12. Les aires d'accumulation et les parcs à rejets des mines	130
2.12.1. Infrastructure d'entreposage des rejets	131
2.12.2. Critères de conception et hypothèses / contraintes	132

2.12.3. Capacité de la digue et stratégie de développement	133
2.12.4. Méthodologie de dépôt et opérationnelle de TSF	135
2.12.5. Les mesures de gestions des rejets miniers	136
2.13. Les moyens de transport	137
3.13.1. Accès et voie d'évacuation au Projet	138
TITRE III. DE L'ANALYSE DU SYSTEME ENVIRONNEMENTAL AFFECTE PAR LE PROJET DE MINE	141
CHAPITRE I. DES COMPOSANTES DU SYSTEME ENVIRONNEMENTAL	141
3.1.1. De l'obligation d'analyser les composantes du système environnemental	141
3.1.2. Des documents de référence	141
CHAPITRE II : DE LA DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE DU PROJET	144
3.2.1. TOPOGRAPHIE, GEOLOGIE ET DE L'UTILISATION DES SOLS	144
3.2.1.1. TOPOGRAPHIE	144
3.2.1.2. La géologie	145
3.2.1.2.1. La géologie régionale	145
3.2.1.2.1.1. Stratigraphie	145
3.2.1.2.1.2. Structure	148
3.2.1.2.2. Géologie locale	148
3.2.1.2.2.1. Description lithologique	149
3.2.1.2.2.2. Séquence stratigraphique	149
3.2.1.3. L'utilisation des sols	153
3.2.1.3.1. Méthodologie	153
3.2.1.3.2. Résultats et interprétation	154
3.2.2. DU CLIMAT ET DE LA QUALITE DE L'AIR	196
3.2.2.1. Climat	196
3.2.2.1.1. Météorologie sur le site	197
3.2.2.1.2. Désastres météorologiques	198
3.2.2.2. La qualité de l'air	198
3.2.2.2.1. Conditions météorologique du périmètre d'étude	198
3.2.2.2.2. Analyse quantitative des émissions atmosphériques	203
3.2.2.2.2.1. Matières particulaires (PM)	203
3.2.2.2.2.2. Valeurs recommandées	203
3.2.2.2.3. Analyse qualitative des émissions atmosphériques	207
3.2.2.2.4. Analyse statistiques des PM, les conditions météorologiques	208
3.2.2.2.5. Le bruit	210
3.2.2.2.5.1. Emplacement et localisation des appareils	210
3.2.2.2.5.2. Instrumentation	211
3.2.2.2.5.3. Conditions météorologiques	211
3.2.2.2.5.4. Évaluation du niveau de bruits sonores	212
3.2.2.2.5.5. Analyse statistique	220
3.2.2.2.6. Les vibrations	224
3.2.2.2.6.1. Appareillage	224
3.2.2.2.6.2. Mesure des vibrations sur site et caractérisation des sols	225
3.2.3. Description des sources et cours d'eau	228
3.2.3.1. Les eaux de surface	228
3.2.3.1.1. La collecte des données	228

3.2.3.1.2. Les caractéristiques des bassins versants.....	229
3.2.4. Étude hydrogéologique.....	239
3.2.4.1. Description détaillée des diverses unités stratigraphiques	243
3.2.4.2. La détermination des propriétés hydrauliques des unités stratigraphiques.....	245
3.2.4.2.1. Essai hydraulique de couche aquifère	245
3.2.4.2.2. Essai hydraulique de couche aquifère	245
3.2.4.2.2.1. Examiner les types.....	245
3.2.4.2.2.2. Essais Principaux en chute.....	246
3.2.4.2.2.2. Pompages d'essai.....	247
3.2.4.2.2.2.1. Méthodologie	247
3.2.4.3. L'identification des éléments structuraux susceptibles d'influencer le comportement hydraulique des eaux souterraines	256
3.2.4.3.1. Structures principales	256
3.2.4.3.2. La détermination des propriétés hydrauliques des éléments structuraux.....	257
3.2.4.3.3. La détermination de la piézométrie des eaux souterraines.....	257
3.2.4.3.3.1. Écoulement piézométrique de surface et d'eaux souterraines.....	257
3.2.4.3.3.2. Couche aquifère de Diamictite.....	257
3.2.4.3.3.3. Couche aquifère de grès.....	259
3.2.4.3.3.4. Surface piézométrique	260
3.2.4.4. L'identification des récepteurs présents tels les ouvrages de captage, les autres formations géologiques aquifères, les plans d'eau, les cours d'eau ou les milieux humides.....	261
3.2.4.4.1. Approvisionnement en eau	261
3.2.4.4.2. Sources et éviers	262
3.2.4.4. L'établissement de la teneur de fond de la qualité des eaux souterraines et sa variabilité spatiale	263
3.2.4.4.1. Paramètres physiques et macro chimie	264
3.2.4.4.2. Oligoéléments.....	265
3.2.4.4.3. Qualité de l'eau de couche aquifère.....	266
3.2.4.4.4. Utilisation de l'eau, traitement et conditions de décharge	268
3.2.4.4.4.1. Qualité d'eaux souterraines	268
3.2.4.4.4.2. Qualité de l'eau de mine	268
3.2.4.4.4.3. Sommaire de qualité de l'eau de ligne de base	269
3.2.4.4.4.4. Qualité d'eaux souterraines	269
3.2.5.1. Ordre Hydro stratigraphique	270
3.2.5.2. Un modèle conceptuel de l'hydrogéologie du site.....	271
3.2.5.2.1. Lithologie et intersection de couche aquifère.....	271
3.2.5.2.2. Occurrence et réglage de couche aquifère.....	272
3.2.5.3. Une brève description du code numérique utilisé ainsi qu'une discussion et une justification des valeurs de paramètres employées dans le modèle	272
3.2.5.3.1. Modèle numérique	272
3.2.5.3.2. Modèle numérique	274
3.2.5.3.2.1. Objectifs Modèles	274
3.2.5.3.2.2. Choix Modèle De Code.....	274
3.2.5.3.2.3. Prétentions modèles	274

3.2.5.3.2.4. États modèles de domaine et de frontière	275
3.2.5.3.2.5. Couches modèles	276
3.2.5.4. Les résultats et prédictions	279
3.2.5.5. Les limitations du modèle	280
3.2.5.5.1. État d'équilibre Modelant Des Paramètres - Modèle D'Écoulement.....	280
3.2.5.5.1.1. Forages et taux de pompage	280
3.2.5.5.1.2. Conductivité Hydraulique	280
3.2.5.5.2. État passager modelant les paramètres et le modèle de masse de transport	280
3.2.5.5.2.1. Hydraulique Initial	280
3.2.5.5.3. Calibrage Modèle.....	281
3.2.5.5.4. Calibrage D'État d'équilibre.....	282
3.2.5.5.4.1. Scénario 1 : Modèle De Situation De Base.....	283
3.2.5.5.4.2. Scénario 2. Conductivité réduite du diamictite	284
3.2.5.5.4.3. Calibrage passager.....	285
3.2.5.5.4.3. Scénarios Prédicatifs	287
3.2.5.5.4.4. Entrée d'eaux souterraines à la mine souterraine.....	288
3.2.5.5.4.5. Extraire les impacts d'asséchage sur la zone supérieure de couche aquifère.....	290
3.2.5.6. Sommaire et Conclusion.....	292
3.2.5.6.1. Lithologie et intersection de couche aquifère.....	293
3.2.5.6.2. Essai hydraulique de couche aquifère	293
3.2.5.6.3. Type de couche aquifère	293
3.2.5.6.4. Développement et paramètres de couche aquifère	293
3.2.5.6.5. Qualité d'eaux souterraines	294
3.2.5.6.6. Surface piézométrique	294
3.2.5.6.6.1 .Modèle numérique	295
CHAPITRE III. DE LA DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT BIOLOGIQUE.....	296
3.3.0. Introduction	296
3.3.1. Etapes de l'étude descriptive de la biodiversité	296
3.3.2. Matériels et méthodes de l'étude descriptive de la biodiversité	296
3.3.2.1. Matériels de l'étude descriptive de la biodiversité.....	296
3.3.2.2. Méthodes de l'étude descriptive de la biodiversité.....	297
3.3.3. Des résultats de l'étude biologique	303
3.3.3.1. De la Faune terrestre	303
3.3.3.1.1. Mammifères	303
3.3.3.1.2. Reptiles.....	305
3.3.3.1.3. Faune avienne : Oiseaux.....	308
3.3.3.1.4. Faune aquatique (Poissons, amphibiens, macro – invertébrés)	311
3.3.2. De la flore et végétation:.....	318
3.3.2.1. De la présentation des résultats de l'étude de la flore	320
3.3.3. Des milieux sensibles	327
3.3.5. Des espèces animales protégées totalement et partiellement protégées.....	331
3.3.6. Des espèces végétales protégées totalement et partiellement protégées.....	331
3.3.7. De la flore des termitières	332
3.3.8. Des zones sujettes à l'érosion.	333

CHAPITRE IV. LA DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT SOCIOLOGIQUE	334
3.4.1. Identification des communautés et villages à proximité du périmètre	335
3.4.2. Organisation administrative et autorités locales.....	335
3.4.3. Population et communautés locales	338
3.4.3.1. Démographie et villages environnants	338
3.4.3.2. Age	338
Le graphique ci-dessous illustre la répartition de la population par tranche d'âge.....	339
3.4.3.3. Genre et statut matrimoniale des ménages	339
3.4.3.4. Identification du chef de ménage	341
3.4.3.5. Regime alimentaire.....	341
3.4.3.6. Revenu et dépenses des menages	341
3.4.3.7. Groupes ethniques	342
3.4.3.8. Historique des villages.....	342
3.4.4. Pratiques et croyances religieuses	342
3.4.5. Habitations.....	343
3.4.5.1. Logement.....	343
3.4.5.2. Matériaux de construction pour les logements.....	343
3.4.5.3. Jouissance du sol	343
3.4.6. Sources de revenus.....	344
3.4.6. Nature et étendue des activités de la population environnante	345
3.4.6.1. Economie de la zone affectée.....	345
3.4.6.2. L'exploitation minière artisanale.....	345
3.4.6.2.1. Exploitation minière	345
3.4.6.2.2. L'exploitation minière Artisanale	346
3.4.6.3. Agriculture.....	346
3.4.6.4. Emploi.....	348
3.4.7. Approvisionnement en eau et Energie.....	348
3.4.7.1. Approvisionnement en eau	348
3.4.7.2. Sources d'énergie	349
3.4.8. Education et santé	349
3.4.8.1. Education.....	349
3.4.8.1.1. Niveau de scolarité	350
3.4.8.1.2. L'alphabétisation	351
3.4.8.1.3. Les raisons pour lesquelles les élèves s'absentent de l'école	351
3.4.8.2. Santé	352
3.4.8.2.1. Infrastructure de santé disponible de la zone du projet.....	352
3.4.8.2.2. Principales maladies de la zone du projet.....	352
3.4.9. Infrastructures routières et autres chemins de passage	353
3.4.9.1. Routes et accès	353
3.4.9.2. Communications et transport.....	354
3.4.10. Empiètement sur les zones de restriction (milieux sensibles, archéologie ou autres)	354
3.4.10.1. Études du patrimoine archéologique et culturel	355
3.4.10.2. Sites culturels tangibles localisés	355
3.4.10.3. Lieux sacrés, culturels et cérémonieux.....	360
3.4.10.4. Croyances et pratiques traditionnelles	361

TITRE IV : ANALYSE DES IMPACTS DES OPERATIONS D'EXPLOITATION SUR

4.1. METHODOLOGIE D'EVALUATION DES IMPACTS.....	364
PS (Points de signification) = (Moyenne de l'intensité, l'étendue, la durée, la valeur de la composante affectée et le risque pour les populations) * (Probabilité)	366
1. Définitions.....	366
4.2. ENVIRONNEMENT PHYSIQUE.....	367
4.2.1. De la détermination des opérations ayant un impact sur l'environnement.....	367
4.2.2. Critères d'évaluation.....	368
4.2.3. Identification des impacts du milieu physique.....	372
4.2.3.1. Impact 1 : Changements dans la topographie.....	372
4.2.3.1.1. Caractéristiques de l'impact.....	372
4.2.3.2. Impact 2 : Dégradation du sol.....	373
4.2.3.2.1. Caractéristiques de l'impact.....	373
4.2.3.3. Impact 3 : Érosion du sol.....	374
4.2.3.3.1. Caractéristiques de l'impact.....	374
4.2.3.4. Impact 4 : Changement dans l'utilisation des terres.....	375
4.2.3.4.1. Caractéristiques de l'impact.....	375
4.2.3.5. Impact : 5 – Gaz à effet de serre.....	377
4.2.3.5.1. Caractéristiques de l'impact.....	377
4.2.3.6. Impact : 6 – Émissions de poussières.....	378
4.2.3.6.1. Caractéristiques de l'impact.....	378
4.2.3.7. Impact 7 : Bruit.....	378
4.2.3.7.1. Caractéristiques de l'impact.....	378
4.2.3.8. Impact 8 : Vibrations.....	379
4.2.3.8.1. Caractéristiques de l'impact.....	379
4.2.3.9. Impact 9 : Contamination des eaux de surface.....	380
4.2.3.9.1. Caractéristiques de l'impact.....	380
4.2.3.10. Impact 10 – Diminution des eaux de surface.....	381
4.2.3.10.1. Caractéristiques de l'impact.....	381
4.2.3.11. Impact 11 – Contamination de l'eau souterraine.....	382
4.2.3.11.1. Caractéristiques de l'impact.....	382
4.2.3.12. Impact 12 – Diminution de l'eau souterraine.....	383
4.2.3.12.1. Caractéristiques de l'impact.....	383
4.2.3.13. Impact 13 – Effets des radiations.....	388
4.2.3.13.1. Caractéristiques de l'impact.....	388
4.2.14. Degré de certitude de l'évaluation.....	389
4.3. ENVIRONNEMENT BIOLOGIQUE.....	398
4.3.1. Détermination de la portée des impacts.....	398
4.3.2. Critères d'évaluation.....	398
4.3.3.1. Impact 1 – Défrichage de la végétation.....	401
4.3.3.1.1. Caractéristiques de l'impact.....	401
4.3.3.1.2. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	401
4.3.3.2. Impact 2 – Contamination par des substances nocives.....	401
4.3.3.2.1. Caractéristiques de l'impact.....	401
4.3.3.2.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	402
4.3.3.3. Impact 3 – Perturbations sensorielles dues au bruit et aux vibrations.....	402

4.3.3.3.1. Caractéristiques de l'impact.....	402
4.3.3.3.1.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	403
4.3.3.4. Impact 4 – Dégradation écologique due à la diminution de la qualité de l'air.....	403
4.3.3.4.1. Caractéristiques de l'impact.....	403
4.3.3.4.2. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	403
4.3.3.5. Impact 5 – Migration locale d'animaux.....	404
4.3.3.5.1. Caractéristiques de l'impact.....	404
4.3.3.5.2. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	404
4.3.3.6. Impact 6 – Augmentation des espèces exotiques et/ou invasives	404
4.3.3.6.1. Caractéristiques de l'impact.....	404
4.3.3.6.2. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	405
4.3.3.7. Impact 7 – Dégradation écologique due à la présence humaine	405
4.3.3.7.1. Caractéristiques de l'impact.....	405
4.3.3.7.2. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	405
4.3.3.8. Impact 8 – Dégradation des habitats aquatiques.....	406
4.3.3.8.1. Caractéristiques de l'impact.....	406
4.3.3.8.2. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	406
4.3.3.9. Impact 9 – Diminution de la diversité et de l'abondance de la faune aquatique.....	408
4.3.3.9.1. Caractéristiques de l'impact.....	408
4.3.3.10. Impact 10 – Perte et fragmentation des habitats d'herbages riverains / de captage.....	408
4.3.3.10.1. Caractéristiques de l'impact.....	408
4.3.3.10.2. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	409
4.3.3.11. Degré de certitude de l'évaluation	410
4.3.3.12. Sommaire de l'évaluation des impacts biologiques	411
4.4. ENVIRONNEMENT SOCIOLOGIQUE.....	413
4.4.1. Détermination de la portée des impacts	413
4.4.2. Impact 1 – Déplacement physique et économique.....	413
4.4.2.1. Caractéristiques de l'impact.....	413
4.4.2.2. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	415
4.4.3.2. Impact 2 – Possibilités d'emploi.....	416
4.4.3.2.1. Caractéristiques de l'impact.....	416
4.4.3.2.2. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	417
4.4.3.3. Impact 3 – Développement communautaire	418
4.4.3.3.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	418
4.4.3.4. Impact 4 – Avantages économiques.....	419
4.4.3.4.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	420
4.4.3.5. Impact 5 – Demande et pression accrues sur les terres et les ressources naturelles.....	420
4.4.3.5.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	421
4.4.3.6. Impact 6 – Pression sur les services et infrastructures de base	421
4.4.3.6.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	422
4.4.3.7. Impact 7 – Afflux de travailleurs : camp	422
4.4.3.7.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	422

4.4.3.8. Impact 8 – Santé des communautés : afflux	423
4.4.3.8.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	423
4.4.3.9. Impact 9 – Santé des communautés : facteurs environnementaux	424
4.4.3.9.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	424
4.4.3.10. Impact 10 – Sécurité des communautés.....	424
4.4.3.10.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	425
4.4.3.11. Impact 11 – Restrictions aux routes d'accès.....	425
4.4.3.11.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	426
4.4.3.12. Impact 12 – Changement dans les moyens de subsistance	426
4.4.3.12.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	427
4.4.3.13. Impact sociologique 13 – Changement dans l'identité culturelle.....	427
4.4.3.13.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	428
4.4.3.14. Impact 14 – Inflation	428
4.4.3.14.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	428
4.4.3.15. Impact 15 – Potentiel accru de conflit	429
4.4.3.15.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	429
4.4.3.16. Impact 16 – Impact sur les cimetières	429
4.4.3.16.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	430
4.4.3.17. Impact 17 – Impact sur les sites sacrés	430
4.4.3.17.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	431
4.4.3.18. Impact 18 – Destruction, enlèvement ou recouvrement accidentel des sites et/ou objets archéologiques ou culturels	431
4.4.3.18.1. Opérations qui auront un impact sur l'environnement.....	431
4.5. DEGRE DE CERTITUDE DE L'EVALUATION.....	432
4.6. Sommaire de l'évaluation des impacts sociologiques.....	433
Dégradation du sol	437
TITRE V : DU PROGRAMME DES MESURES D'ATTÉNUATION ET DE RÉHABILITATION	445
CHAPITRE I: DE LA PRESENTATION DU PROGRAMME DES MESURES D'ATTENUATION ET REHABILITATION	445
5.1. Politique de santé et de sécurité.....	445
5.2. Des mesures d'atténuation et de réhabilitation.....	445
CHAPITRE II: DES MESURES D'ATTENUATION DES NUISANCES EN BRUIT ET VIBRATION	494
5.2.1. Programme de surveillance	501
5.2.1.1. Bruit	501
5.2.1.2. Vibration.....	501
CHAPITRE III: DES MESURES D'ATTENUATION DES EMISSIONS DANS L'ATMOSPHERE).....	501
5.3.1. Du contenu de mesures d'atténuation des émissions dans l'atmosphère	502
3. Des tests de pollution	503
5.3.2. Programme de surveillance	509
5.3.1. Réseau de surveillance envisagé	509
CHAPITRE IV: DES MESURES D'ATTÉNUATION DES RISQUES DE DEGRADATION ET DE POLLUTION DES EAUX	509
5.4.1. DES MESURES DE PROTECTION DES EAUX.....	509

5.4.1.1. De la description des mesures d'atténuation des risques de pollution et de dégradation des eaux	509
5.4.1.2. Du système de gestion des eaux.....	517
5.4.1.3. De la destination des eaux usées et autres contaminants.....	517
5.4.1.4. De la séparation des eaux usées ou contaminées	517
5.4.1.5. De la réduction maximale de l'utilisation d'eau fraîche	518
5.4.1.6. De la protection des eaux souterraines	519
5.4.1.7. De la gestion des rejets des mines	523
5.4.1.8 Description des mesures de surveillance de la qualité de l'eau	525
5.4.1.9. Des infrastructures des puits d'observation	525
5.4.1.10. De la fréquence d'analyse de l'eau	526
5.4.1.11. Du suivi de la piézométrie.....	526
5.4.2. Des seuils de pollution.....	526
5.4.2.1. De la concentration maximale des contaminants dans l'eau	526
5.4.3. Des mesures de suivi de la qualité des eaux.....	528
5.4.3.1. De la description des mesures de suivi de la qualité des eaux.....	528
5.4.4. De la fréquence et du contrôle de la qualité des eaux de surface et souterraines.....	528
5.4.4.1. Du contenu du programme de fréquence et de contrôle de la qualité des eaux.....	528
5.4.4.2. Des paramètres de suivi annuel et le calcul des charges	529
5.4.4.3. Du système de mesures d'enregistrement de débit et du pH	530
5.4.5. De la fréquence et les méthodes des échantillonnages à l'effluent final.....	531
5.4.5.1. De la régularisation du débit de l'effluent final	531
CHAPITRE V : DES MESURES D'ATTENUATION ET DE REHABILITATION DES RISQUES DE DEGRADATION DES SOLS	532
5.5.1. Identification de la couche arable et du sous-sol	532
5.5.1. Volume total des sols à stocker	537
5.5.2. De remblayage	537
5.5.3 De la gestion des rejets des mines.....	538
5.5.3.1. Des conditions générales relatives aux rejets des mines	538
5.5.3.2. Des conditions particulières à chaque rejet	539
5.5.3.3. Des aires d'accumulation et les parcs à rejets des mines	539
5.5.3.2. Du contrôle de la stabilité des ouvrages	542
5.5.4 De la gestion des produits chimiques, déchets solides et déchets dangereux .	542
5.5.4.1. Des mesures d'atténuation relatives aux produits chimiques	542
5.5.4.2. Des mesures relatives aux déchets solides.....	543
5.5.4.3. Des mesures relatives aux déchets dangereux	544
CHAPITRE VI : DES MESURES DE SÉCURITÉ	545
5.6.1. Du contrôle de la qualité de l'air et des températures.....	545
5.6.1.1. Ventilation souterraine	545
5.6.1.2 Du contrôle de bruit	546
5.6.1.3 Du travail dans un espace exigü.....	546
5.6.1.4 Des produits dangereux et rejets des mines.....	547
5.6.1.5 Des mesures de sécurité classiques	548

CHAPITRE VII : DES MESURES DE SECURITE CONCERNANT LES POPULATIONS LOCALES ET LE PERSONNEL.....	551
5.7.1. Mesures relatives à la santé.....	551
5.7.1.1. Les infrastructures de soins médicaux.....	551
5.7.1.2. Le matériel médical, les médicaments et vaccins.....	552
5.7.1.3. Le personnel médical.....	552
5.7.1.4. Programme de prévention des maladies et des épidémies.....	552
5.7.2 Des mesures d'urgence.....	555
5.7.2.1. Mesures d'urgence en cas de faille d'Aire d'Accumulation des rejets des mines.....	556
CHAPITRE VIII : DES MESURES D'ATTÉNUATION ET DE RÉHABILITATION APRÈS LA FERMETURE DU SITE.....	558
5.8.1. De la description des mesures d'atténuation et de réhabilitation à la fermeture du site.....	558
5.8.2 De la mise en végétation.....	559
5.8.3 Des sols contaminés.....	560
5.8.3.1. Des interventions relatives à la contamination excédent le critère B.....	560
5.8.3.2. Des travaux d'atténuation et de réhabilitation du sol contaminé.....	561
5.8.4. Des mesures relatives aux bâtiments, infrastructures et équipements de surface.....	561
5.8.4.1. Des mesures relatives au chevalement, bâtiments de service et usine de traitement.....	562
5.8.4.2. Des mesures relatives aux infrastructures de soutien.....	563
5.8.4.3. Des mesures requises aux infrastructures de transport.....	563
5.8.4.4. Des mesures relatives aux équipements et infrastructures électriques.....	564
5.8.4.5. Des mesures relatives aux équipements et machinerie lourde à la surface.....	564
5.8.5. Des mesures relatives aux équipements, machineries lourdes et infrastructures souterraines.....	565
CHAPITRE IX : DES MESURES RELATIVES AUX TRAVAUX SOUTERRAINS ET A CIEL OUVERT.....	565
5.9.1. Des mesures relatives aux excavations et aux zones de décapage.....	565
5.9.2. Des excavations et des fosses à ciel ouvert.....	566
5.9.3. De la sécurité des ouvertures au jour.....	566
5.9.4. Des mesures relatives aux bassins d'eau d'exhaure.....	566
5.9.5. Des mesures relatives aux parcs à stériles.....	567
5.9.5.1. Des mesures relatives aux stériles générateurs de drainage minier acide.....	567
5.9.5.2. Des mesures relatives aux parcs à rejets des mines et bassins de sédimentation.....	567
5.9.5.3. Des mesures relatives à la stabilité physique des ouvrages de confinement.....	568
5.9.5.4. Des mesures relatives à la stabilité chimique des matériaux.....	568
5.9.5.5. Des mesures relatives aux ouvrages de captage d'eaux.....	568
5.9.5.6. Des mesures relatives aux effluents miniers.....	568
5.9.5.7. Des mesures relatives aux infrastructures sanitaires.....	569
5.9.5.8. Des mesures relatives aux produits pétroliers.....	569
5.9.5.9. Des mesures relatives aux déchets dangereux.....	569

5.9.5.10. Des mesures relatives aux déchets solides	570
TITRE VI: DU BUDGET DETAILLE ET PLAN DE FINANCEMENT DU PROGRAMME DES MESURES D'ATTENUATION ET DE REHABILITATION ET DE LA SURETE FINANCIERE DE REHABILITATION DE L'ENVIRONNEMENT	571
6.0. DU BUDGET RELATIF AU PROGRAMME D'ATTENUATION ET DE REHABILITATION DU SITE	571
6.1. DU BUDGET RELATIF AU PROGRAMME D'ATTENUATION ET DE REHABILITATION DU SITE	571
6.3. DE LA DESCRIPTION DE LA SURETE FINANCIERE.....	573
6.1. DU MONTANT DE LA SURETE FINANCIERE DE REHABILITATION DE L'ENVIRONNEMENT	574
TITRE VII : DE LA CONSULTATION DU PUBLIC ET DU PLAN DE DEVELOPPEMENT DURABLE.....	576
CHAPITRE 1 : DU PROGRAMME DE CONSULTATION DU PUBLIC AU COURS DE L'ELABORATION DE L'EIES.....	576
7.1.1. Contexte légal et justification	576
7.1.2. Objectifs de consultation.....	577
7.1.3. Méthodologie	577
7.1.5. Résumé des résultats des consultations	584
CHAPITRE 2. LE PLAN DE DEVELOPPEMENT DURABLE (PDD).....	586
7.2.1 Définition.....	586
7.2.2. Contexte légal.....	586
7.2.2.1. Règlement Minier.....	586
7.2.2.2. Réglementation afférente aux Associations Sans But Lucratif (ASBL)	587
7.2.2.3. Communautés affectées par le Projet.....	587
7.2.2.4. Les mesures compensatoires pécuniaires et non pécuniaires.....	587
7.2.3. Réalisations de la société	588
7.2.3.1. Engagements de la société.....	588
7.2.3.2. Projets sociaux en faveur des membres des communautés locales.....	588
TITRE VIII. : CERTIFICATION DE LA CONFORMITE	613
Table des matières	614
Liste des tableaux.....	627
Liste des figures	632
Liste des photos	636
Annexes.....	639

Liste des tableaux

Tableau 1: Détails sur l'identité du promoteur du Projet Kamoia - Kakula.....	4
Tableau 2: Détails sur l'identité du Bureau d'Etudes Environnementales.....	5
Tableau 3: Evaluation radiologique	39
Tableau 4: Programme de Production/Critère	47
Tableau 5: Masse volumique/in situ par zone.....	50
Tableau 6: Exigences des piliers de protection contre la dérive de connexion.....	51
Tableau 7: Exemples d'équipements miniers fixes pour chaque opération minière	52
Tableau 8: Équipements mobiles (quantités maximales pour les opérations minières combinées).....	54
Tableau 9: Conception du forage et du dynamitage pour les galeries primaires (6,5 m de hauteur x 5,5 m de largeur)	56
Tableau 10: Conception du forage et du dynamitage de production (5 m de hauteur x 8 m de largeur)	56
Tableau 11: Sommaire des exigences en équipements pour le concentrateur de Kakula	62
Tableau 12: Exigences prévues en eau, en électricité et en consommables pour les concentrateurs	63
Tableau 13: Demande en eau pour une production de 2 x 3Mtpa.....	65
Tableau 14: Résultats des essais de qualité de l'eau.....	65
Tableau 15: Les spécificités d'une pompe d'assèchement.....	66
Tableau 16: Produits chimiques utilisés dans l'usine de traitement et taux de consommation	80
Tableau 17: La demande d'eaux estimée.....	94
Tableau 18: Les installations de stockage d'eaux prévues et les capacités associées	96
Tableau 19: Échantillons composites métallurgiques (phase 2, phase 3 et phase 4).....	117
Tableau 20: Échantillons composites métallurgiques de la mine de Kansoko (phase 6). 118	
Tableau 21: Analyse des éléments traces des concentrés.....	121
Tableau 22: Les exigences de revêtements	133
Tableau 23: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-1).....	154
Tableau 24: Présentation des résultats par horizon	154
Tableau 25: Résultats des analyses physicochimiques.....	154
Tableau 26: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-2).....	156
Tableau 27: Présentation des résultats par horizon	156
Tableau 28: Résultats des analyses physicochimiques.....	156
Tableau 29: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-3).....	158
Tableau 30: Présentation des résultats par horizon	158
Tableau 31: Résultats des analyses physicochimiques.....	158
Tableau 32: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-4).....	160
Tableau 33: Présentation des résultats par horizon	160

Tableau 34: Résultats des analyses physicochimiques.....	160
Tableau 35: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-5).....	162
Tableau 36: Présentation des résultats par horizon	162
Tableau 37: Résultats des analyses physicochimiques.....	163
Tableau 38: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-6).....	164
Tableau 39: Présentation des résultats par horizon	164
Tableau 40: Résultats des analyses physicochimiques.....	165
Tableau 41: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-7).....	167
Tableau 42: Présentation des résultats par horizon	167
Tableau 43: Résultats des analyses physicochimiques.....	168
Tableau 44: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-8).....	169
Tableau 45: Présentation des résultats par horizon	169
Tableau 46: Résultats des analyses physicochimiques.....	170
Tableau 47: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-10).....	172
Tableau 48: Présentation des résultats par horizon	172
Tableau 49: Résultats des analyses physicochimiques.....	172
Tableau 50: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-11).....	174
Tableau 51: Présentation des résultats par horizon	174
Tableau 52: Résultats des analyses physicochimiques.....	175
Tableau 53: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-21).....	176
Tableau 54: Présentation des résultats par horizon	177
Tableau 55: Résultats des analyses physicochimiques.....	177
Tableau 56: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-25).....	179
Tableau 57: Présentation des résultats par horizon	179
Tableau 58: Résultats des analyses physicochimiques.....	179
Tableau 59: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-33).....	181
Tableau 60: Présentation des résultats par horizon	181
Tableau 61: Résultats des analyses physicochimiques.....	182
Tableau 62: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-34).....	183
Tableau 63: Présentation des résultats par horizon	184
Tableau 64: Résultats des analyses physicochimiques.....	184
Tableau 65: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-35).....	185
Tableau 66: Présentation des résultats par horizon	186
Tableau 67: Résultats des analyses physicochimiques.....	186
Tableau 68: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-36).....	188
Tableau 69: Présentation des résultats par horizon	188
Tableau 70: Résultats des analyses physicochimiques.....	189
Tableau 71: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-38).....	190
Tableau 72: Présentation des résultats par horizon	191
Tableau 73: Résultats des analyses physicochimiques.....	191

Tableau 74: Présentation des éléments généraux au profil (Profil n° KA-40).....	193
Tableau 75: Présentation des résultats par horizon	194
Tableau 76: Résultats des analyses physicochimiques.....	194
Tableau 77: Les données météorologiques du site de KAMCO de 2016 à 2018	197
Tableau 78: SITE KAMOA.....	199
Tableau 79: SITE KAKULA.....	202
Tableau 80: Évaluation quantitative du niveau de la pollution en Matières particulières à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre de Kamoa-Kakula	204
Tableau 81: Résultats des mesures réalisées à l'intérieur du périmètre d'exploitation de KAMCO	207
Tableau 82: Niveau du bruit ambiant en surface	214
Tableau 83: Niveau du bruit ambiant dans la mine souterraine de KANSOKO	218
Tableau 84: Niveau du bruit ambiant dans la mine souterraine de KAKULA Nord	219
Tableau 85: Les valeurs mesurées à la mine de Kakula nord	221
Tableau 86: Valeurs mesurées dans les communautés locales du périmètre de Projet..	225
Tableau 87: Infrastructures minières et aménagements projetés	226
Tableau 88: Mines	227
Tableau 89: Les données géolocalisées des points d'échantillonnage	230
Tableau 90: Points d'échantillonnage d'eau	234
Tableau 91: Arroser le sommaire de grève et de profondeur pour chaque couche aquifère.....	242
Tableau 92: Résultats d'essai principal en chute.....	247
Tableau 93: Sommaire des résultats de step-test	248
Tableau 94: Le sommaire des paramètres de couche aquifère pour la pompe-dehors à examiner des forages	250
Tableau 95: Sommaire de Diamictite des paramètres de couche aquifère de l'essai d'emballeur	254
Tableau 96: Sommaire de grès des paramètres de couche aquifère de l'emballeur examinant et pompage d'essai	255
Tableau 97: Sommaire de Diamictite des niveaux d'eau	258
Tableau 98: Sommaire de grès des niveaux d'eau.....	259
Tableau 99: Les résultats de laboratoire des échantillons de champ	263
Tableau 100: Les paramètres de qualité de l'eau comparée à la couche aquifère principale	267
Tableau 101: Scénario 2 - Installation Modèle.....	285
Tableau 102: Apports aux secteurs d'accès basés sur le plan 2017 de POIS.....	289
Tableau 103: Espèces de mammifères répertoriés dans les périmètres Kamoa	304
Tableau 104: Espèces de reptiles répertoriés dans le périmètre KAMOA	307
Tableau 105: Espèces d'oiseaux répertoriés dans le périmètre KAMOA	310
Tableau 106: Espèces de poissons répertoriés dans le périmètre KAMOA	313

Tableau 107: Espèce d'amphibiens répertoriée dans le périmètre KAMOA	314
Tableau 108: Espèces d'insectes répertoriés dans le périmètre KAMOA.....	315
Tableau 109: Sites prospectés pour l'étude floristique des écosystèmes et communautés	321
Tableau 110: Principales formations végétales identifiées et prospectées dans le périmètre	322
Tableau 111: Plantes inventoriées dans les formations végétales de KAMCO	323
Tableau 112: Groupes d'âges de la population de la zone	339
Tableau 113: Indemnisation des cultures par vagues	344
Tableau 114: des statistiques des enfants de 6 à 12 ans	350
Tableau 115: Sites culturels tangibles localisés à Mulemena	355
Tableau 116: Sites culturels tangibles localisés à Kayeye.....	356
Tableau 117: Sites culturels tangibles localisés à Kavuma	356
Tableau 118: Site culturel tangible localisé à Kamisange.....	357
Tableau 119: Sites culturels tangibles localisés à Muvunda	357
Tableau 120: Site culturel tangibles localisé à Israël	357
Tableau 121: Sites culturels tangibles localisés à Kaponda	358
Tableau 122: Site culturel tangible localisé à Kamasaka	358
Tableau 123: Site culturel tangible localisé à Maseka	358
Tableau 124: Sites culturel tangible localisé à Samukoko	358
Tableau 125: Sites culturels tangibles localisés à Ferme Mbuyi.....	359
Tableau 126: Sites culturels tangibles localisés à Benkene	359
Tableau 127: Sites archéologiques et héritages culturels tangibles localisés à Djosayi ..	359
Tableau 128: Sites culturels tangibles inactifs localisés à Kaponda, Muvunda et à Mulemena.....	359
Tableau 129: Sites culturels tangibles avec risque d'être impactés localisés Kamasaka, Mulemena et la Ferme Mbuyi.	360
Tableau 130: Matrice d'évaluation des impacts.....	365
Tableau 131: Critères d'évaluation des impacts physiques	369
Tableau 132: Sommaire de l'évaluation des impacts environnementaux physiques	390
Tableau 133: Critères d'évaluation des impacts biologiques	399
Tableau 134: Sommaire de l'évaluation des impacts biologiques	411
Tableau 135: Sommaire de l'évaluation des impacts sociologiques	433
Tableau 136: Impacts des opérations minières sur l'environnement selon leur nature, leurs causes et les sites de leur survenance	437
Tableau 137: Plan de Gestion de l'Impact Physique	446
Tableau 138: Plan de Gestion de l'Impact Biologique	456
Tableau 139: Plan de Gestion Sociologique du Projet	472
Tableau 140: Programme de Gestion du Bruit et des Vibrations	496
Tableau 141: Seuils de pollution de l'air à l'intérieur du périmètre.....	502

Tableau 142: Seuils de pollution à l'extérieur du périmètre	503
Tableau 143: Programme de gestion de la qualité de l'air	505
Tableau 144: Plan de Gestion des Eaux de Surface	511
Tableau 145: Programme de gestion des eaux souterraines	520
Tableau 146: Exigences au point de déversement de l'effluent final	526
Tableau 147: Catégories d'emplacement, fréquence minimale du contrôle et durée minimale du suivi de l'eau de surface et souterraine	529
Tableau 148: Groupes de Paramètres de suivi annuel.....	530
Tableau 149: Fréquence d'échantillonnage, d'analyse et de mesures à l'effluent final ...	531
Tableau 150: Reboisement - Objectifs de clôture et critères de conformité	560
Tableau 151: Infrastructure – Objectifs de clôture et critères de conformité.....	564
Tableau 152: Les reliefs - Objectifs de clôture et critères de conformité	566
Tableau 153: Surveillance des eaux de surface et souterraines	568
Tableau 154: Eau - Objectifs de fermeture et critères de conformité.....	569
Tableau 155: Budget pour la mise en œuvre des mesures d'atténuation et de réhabilitation	572
Tableau 156: KAMCO a estimé les coûts de réhabilitation et de fermeture à compter de Novembre 2016	573
Tableau 157: Tranches de versement de la sûreté financière du Projet de Kamoia - Kakula.....	574
Tableau 158: Calendrier préparatoire des réunions de consultation des parties prenantes.....	578
Tableau 159: Calendrier des réunions de consultation publiques et le nombre des participants.	583
Tableau 160: Activités agro-pastorales - Productions annuelles – Maïs	609
Tableau 161: Activités agro-pastorales - Productions annuelles- Légumes	609
Tableau 162: Activités agro-pastorales - Productions annuelles- Apicole	610

Liste des figures

Figure 1: La localisation du Projet Kamoia – Kakula	7
Figure 2: Les emplacements des sept mines du projet Kamo-Kakula	10
Figure 3: Scénario de développement à long terme du Projet Kamoia-Kakula	16
Figure 4: Plan indiquant l'emplacement des mines et les infrastructures clés pour la mine de Kansoko	19
Figure 5: Le plan de site montrant les emplacements des mines et des infrastructures clés	28
Figure 6: Colonne stratigraphique simplifiée des gisements de Kansoko et Kakula.....	30
Figure 7: Schéma de zonage minéral à Kamoia.....	31
Figure 8: S1 définit l'orientation de la foliation abrupte. (Figure fournie par Ivanhoe, 2016)	32
Figure 9: Permis d'exploration de Kamoia-Kakula, montrant les zones de ressources minérales de Kamoia, Kakula et Kakula West, la zone d'exploration de Kamoia Nord et les cibles d'exploration.....	36
Figure 10: Plan de localisation montrant les grandes lignes du gisement de cuivre Kamoia-Kakula indiqué et des ressources minérales présumées	37
Figure 11: Accès et ventilation de la mine de Kansoko	48
Figure 12: Méthode d'extraction contrôlée des convergences et des piliers et méthode de la granularité pour un dépôt de dépôt allant jusqu'à 120	51
Figure 13: Convergence et géométrie de convergence contrôlées pour un dépôt avec un angle d'inclinaison de 130 à 160.....	52
Figure 14: Le flow sheet indiquant une illustration de la feuille de flottation finale du traitement des minerais de Kakula	60
Figure 15: Le flow sheet de production du métal	61
Figure 16:	Error! Bookmark not defined.
Figure 17: Un diagramme de débit de bloc de haut niveau du concentrateur central Complexe 1	79
Figure 18: Les résultats de la simulation du bilan hydrique quotidien.....	86
Figure 19: Bilan hydrique: 6 mois (configuration d'aménagement provisoire) – Mine Kansoko)	90
Figure 20: Bilan hydrique: 15 ans (configuration permanente initiale) – mine Kansoko) ...	91
Figure 21: Bilan hydrique: 30 ans (configuration permanente sur la durée de vie de la mine – mine Kansoko).....	92
Figure 22: La disposition des drains de collecte primaires	96
Figure 23: Le barrage des eaux pluviales.....	98
Figure 24: Liaison aérienne prévue de Kakula 220KV.....	100
Figure 25: L'incliné du convoyeur principal de la mine de Kakula	101
Figure 26: L'incliné sud de la mine de Kakula	102

Figure 27: Le portail, les baisses et les infrastructures souterraines.	103
Figure 28: Le schéma de configuration de la mine illustrant l'emplacement des puits de ventilation	105
Figure 29: Le schéma général du réseau de convoyeurs.....	109
Figure 30: Le plan indiquant l'emplacement des m infrastructures clés pour les mines de Kakula.....	116
Figure 31: Carte d'échantillonnage métallurgique - phase 6 (OreWin, 2016)	118
Figure 32: Carte d'échantillonnage métallurgique - phase 6 (OreWin, 2016)	119
Figure 33: Minéralogie modale des composites d'alimentation de la phase 6 (XPS, 2013).....	120
Figure 34: Minéralogie (cuivre) des composites d'alimentation	120
Figure 35: La minéralogie des deux échantillons de Kakula qui a été comparée à l'échantillon composite de développement de la phase 6 de Kamoia (Kamoia 6A1DC	122
Figure 36: Comparaison des sulfures recoupés entre les minéralisations Kamoia et Kakula.....	123
Figure 37: La topographie générale de la zone d'implantation du TFS	132
Figure 38: Le mur de retenu et la levée automatique	134
Figure 39: Parcs à rejets des mines proposés à Kakula.....	136
Figure 40: Modélisation des infiltrations au niveau du TSF de Kakula	137
Figure 41: La distribution du trafic mobile	138
Figure 42: La voie d'évacuation sur le corridor Nord-sud	140
Figure 43: La géologie de la ceinture du copperbelt de l'afrique centrale.....	146
Figure 44: Séquence stratigraphique de la ceinture du Copperbelt Katangien.....	147
Figure 45: Vue isométrique du modelé géologique à trois dimensions de Kamoia	151
Figure 46: Stratigraphie local du gisement de Kamoia	152
L analyses des données atmosphériques, nous montrent des corrélations entre les conditions météorologiques et l'abondance des particules minérales PM dans l'atmosphère. Lorsque l'illumination augmente, la température augmente, l'humidité diminue, la pression atmosphérique augmente. Et lorsque la vitesse du vent augmente, la quantité des PM augmente dans l'atmosphère (figure 47. Graphique combinant l'humidité, la vitesse du vent, les PM et la dose d'irradiation au niveau des communautés locales).....	206
Figure 48: Direction du vent a vitesse minimale	208
Figure 49: Direction de vent à vitesse maximale	208
Figure 50: Direction du vent à vitesse minimale	209
Figure 51: Direction du vent à vitesse maximale	209
Figure 52: Graphique combinant l'humidité, la vitesse du vent, les PM et la dose d'irradiation au niveau des communautés locales	210
Figure 53: Variation du Bruit émis par une pompe d'exhaure à régime intermittente dans un SUMP	220
Figure 54: Bruit ambiant moyen dans les galeries de KANSOKO	221

Figure 55: Bruit attribuable à un jumbo en pleine forage au front	222
Figure 56: Au front (bruit attribuable à un jumbo juste au front en pleine boulonnage) vers une connexion à 50 m dans la galerie (bruit ambiant)	222
Figure 57: Bruit ambiant moyen sous la mine (travaux minier à l'arrêt) avec une crête qui représente niveau du minage perçu à 4 galeries plus loin du front de minage, formant 2 angles droits	223
Figure 58: Bruit attribuable aux travaux effectués dans l'enceinte des infrastructures de KAKULA en surface.....	223
Figure 59: Niveau de Bruit ambiant dans le secteur de KAMOA pendant la nuit, quand les opérations principales sont arrêtées	224
Figure 60: Carte des points d'échantillonnage.....	233
Figure 61: Les résultats des analyses des échantillons.....	235
Figure 62: Les résultats des analyses des échantillons.....	237
Figure 63: Type d'essai et position de couche aquifère hydraulique (Golder Associates).....	246
Figure 64: Couche aquifère de Diamictite (niveau élevé de confiance), (Golder Associates).....	260
Figure 65: Couche aquifère de grès (distribution de point de repères moins idéale pour le niveau élevé de confiance), (Golder Associates).....	261
Figure 66: Les fluctuations de niveau d'eau dans la couche aquifère de diamictite près du Kansoko projetent le secteur comparé contre le CRD.....	262
Figure 67: Repartition des sondages d'eaux souterraines dans le diagramme tri ternaire chimique	266
Figure 68: Le modèle hydrogéologique du gisement de Kamoia – Kakula (Golder Associates).....	272
Figure 69: Modèle Et Installation Numériques De Maille (Golder Associates).....	276
Figure 70: Modèle géologique saute-mouton 2018	277
Figure 71: Poser Modèle De Feflow (Golder Associates).....	277
Figure 72: Scénario 1 : Installation De Modèle De Situation De Base (Golder Associates).....	283
Figure 73: Scénario 1 : Situation de base - simulée contre les têtes hydrauliques observées	284
Figure 74: Scénario 2 - Simulé contre les têtes hydrauliques observée1	285
Figure 75: Scénario 1 - Modèle de situation de base - simulé contre des apports observés au déclin principal (Golder Associates)	287
Figure 76: Scénario 2 - Simulé contre des apports observés au déclin principal (Golder Associates)	287
Figure 77: Représentatif schématique des secondaire-panneaux qui sont remblayés, activement asséché et unmined et secteurs externes de panneau. (Golder Associates).....	288
Figure 78: Les apports simulés à Kakula extraient travailler au-dessus de LoM	289
Figure 79: L'abaissement du niveau simulé dans la zone supérieure de couche aquifère (Golder Associates).....	291

Figure 80: La comparaison de l'abaissement du niveau simulé dans la zone supérieure de couche aquifère s'est associée à les miennes asséchant - à travers le défaut occidental de scarp (Golder Associates)	292
Figure 81: La végétation et l'infrastructure du site de KAMCO	302
Figure 82: Organisation administrative de la Province de Lualaba.....	337
Figure 83: Les statistiques des ménages enquêtés.....	338
Figure 84: Répartition de la population par tranche d'âge (Alternatives Plus)	339
Figure 85: Statut matrimonial du chef de ménage	340
Figure 86: La comparaison entre la consommation de maïs et de manioc.....	348
Figure 87: Taux de scolarité atteint par les chefs des ménages.....	351
Figure 88: Simulation de la baisse du niveau de l'eau souterraine au terme de l'exploitation minière (en 2047) pour le scénario 2 dans l'aquifère de la Diamictite supérieure (Golder Associates)	385
Figure 89: Simulation de la baisse du niveau de l'eau souterraine 50 ans après la fin de l'exploitation minière (en 2097) pour le scénario 2 dans l'aquifère de la Diamictite supérieure (Golder Associates)	386
Figure 90: Simulation de la baisse du niveau de l'eau souterraine au terme de l'exploitation minière (en 2047) pour le scénario 2 dans l'aquifère des grès de base (Golder Associates).....	386
Figure 91: Simulation de la baisse du niveau de l'eau souterraine 50 ans après la fin de l'exploitation minière (en 2097) pour le scénario 2 dans l'aquifère des grès de base (Golder Associates).....	387
Figure 92: La délimitation de la zone de ruissellement polluée et la mise en place recommandée du barrage des eaux pluviales et des bermes (Mine Kansoko)	518
Figure 93: Caractéristiques de l'Infrastructure d'entreposage des roches acides de Kansoko.....	523
Figure 94: Possibilité de coulée des rejets à partir d'une brèche en tout point le long du mur de retenue	557
Figure 95: Flux de rejets à partir d'une rupture critique (Pire scénario)	558

Liste des photos

Photo 1: Le garage et les contenaires de stockage de l'eau en surface à la mine de Kakula.....	21
Photo 2: Le portail du vestiaire et les macarons des travailleurs qui sont dans la mine à Kakula.....	22
Photo 3: Trois images combinées montrant les portails d'entrée de Kansoko, Kakula nord et ouest.....	22
Photo 4: La station électrique Basse tension de Kakula	23
Photo 5: L'infrastructure existante de la mine de Kansoko	24
Photo 6:L'infrastructure de bureau existant en surface de la mine de Kakula Nord	25
Photo 7:L'infrastructure de surface en construction sur le site de la mine de Kakula ouest.....	25
Photo 8: La prise de la radioactivité dans la mine de Kakula.....	46
Photo 9: Benne, chargeuse, pelle et camion-citerne	54
Photo 10: Chargeuses et niveleuse à chaînes et foreuse pour la mine souterraine	55
Photo 11: Le jumbo pour le forage dans la mine et Emilia pour le forage carottant en surface.....	55
Photo 12: Le site aménagé pour le stockage des minerais de Kakula	125
Photo 13: Image du profil KA-1.....	155
Photo 14: Image du profil K-2	157
Photo 15: Image du profil K-3	159
Photo 16: Image du profil KA-4.....	161
Photo 17: Image du profil KA-5.....	163
Photo 18: Image du profil KA-6.....	166
Photo 19: Image du profil.....	168
Photo 20: Image du profil KA-8.....	171
Photo 21: Image du profil KA-10.....	173
Photo 22: Image du profil KA-11.....	176
Photo 23: Image du profil KA-21.....	178
Photo 24: Image du profil KA-25.....	180
Photo 25: Image du profil KA-33.....	182
Photo 26: Image du profil KA-34.....	185
Photo 27: Image du profil KA-35.....	187
Photo 28: Image du profil KA-36.....	190
Photo 29: Image du profil KA-38.....	192
Photo 30: Image du profil KA-40.....	195
Photo 31: Le placement des appareils de la mesure du bruit dans les différents endroits du site de Kamoia.....	213
Photo 32: Prélèvement sur les rivières Iufupa et Tshimbunji.....	232

Photo 33: Experts CEMIC, agents KAMCO et autochtones en concertation avant le terrain.	298
Photo 34: Pêche de l'ichtyofaune avec puisette sur les rapides de Tshimbundji.....	300
Photo 35: Une couleuvre brune traversant un ancien sentier.....	306
Photo 36: Vue d'un Mabuya striata et d'un cameleon sur un arbuste.....	306
Photo 37: Oiseaux observés dans la forêt claire : Vanneau couronné, colibri, tourterelle, etc.....	309
Photo 38: Pêche à la puisette sur la petite rivière Tshimbundji, en amont du pont.....	312
Photo 39: Colonies de papillons attirées par la nature acide voire saline des sols.....	315
Photo 40: Triage, analyse, groupage et identification des taxons prélevés par rivière dans la zone d'étude du territoire de Mutshastsha par un biologiste de CEMIC.....	317
Photo 41: Larves et adultes de l'ichtyofaune pêchés dans la rivière Mulungwishi : Poissons, amphibiens ainsi que macro-invertébrés.....	317
Photo 42: 9 espèces de poissons, 2 espèces de grenouilles et 5 espèces de macroinvertébrés pêchées dans 9 rivières du périmètre.	318
Photo 43: Vue d'une forêt claire zambézienne à Kavuma	319
Photo 44: Des étangs piscicoles et cultures maraichères développés dans les dembos.....	328
Photo 45: Aperçu d'une flore de dembo à la ferme Mumba.....	328
Photo 46: Feux de brousse pour stimuler le pâturage pour gros bétail dans le dilungu ..	329
Photo 47: Plantes menacées: Protea angolensis, Vanilla unifolia, Xerophyta sp, etc.	332
Photo 48: Rencontre avec le Chef de Terres de Mpla.....	580
Photo 49: Entretien avec le Chef Muvunda	581
Photo 50: Journées porte ouverte dans la salle Herais ville de Kolwezi.....	581
Photo 51: Consultation publique aux villages Katayi et Mulemena.....	582
Photo 52: Consultation publique aux villages Kyamidingi et Cité Musoka.....	583
Photo 53: Ecole Muvunda construite par KAMCO.....	589
Photo 54: Cour de l'école pavée et garnie de pelouse et l'intérieur des classes	589
Photo 55: Hymne national et les autorités traditionnelles présentes à la remise des diplômes.	590
Photo 56: remise des diplomes.Apprenant dans la salle de	590
Photo 57: Remise des diplomes par son Excellence Mamdame Marie Louis Mafo; Commissaire General du Gouvernement en charge du Genre et Famille de la Province du Lualaba.....	591
Photo 58: Les apprenantes en pleine activité.....	591
Photo 59: Séance d'évaluation des apprenantes.	592
Photo 60: Forage en cours avec Techno Plus et puits équipé a Muvunda	593
Photo 61: Introduction du projet aux parties prenates et Ceremonie traditionnelle par le Chef de Groupement Mwilu.	593
Photo 62: Chef Mwilu testant l'eau de la source aménagé de Ngomeulu et Chef Kolanga testant l'eau aménagée de Kandjamba.	594

Photo 63: Velos remis aux infirmiers titulaires des centres de santé	595
Photo 64: Personnel du Departement des Relations Communautaires de KAMCO introduisant le jeu concours aux eleves et Declamations de poèmes en rapport avec le VIH/SIDA	595
Photo 65: Type d'habitation a l'origine Type de maison recu après la delocalisation	596
Photo 66: Rehabilitation des routes.	597
Photo 67: Champ de Musokantanda et la recolte de mais a Musokantanda	597
Photo 68: Fermier leader Mumba dans sa ferme avec ses travailleurs	598
Photo 69: Fermier leader en pleine activité maraichère et la récolte piscicole	598
Photo 70: Poullailer automatise pouvant heberger 2495 pondeuses.....	599
Photo 71: Abattoir des poulets de chair et la production des oeufs vendus aux tarvaileurs de KAMCO	599
Photo 72: Ecole technique KAMPEMBA construite au village Kaponda par KAMCO en compensation de la perte d'accès aux ressources naturelles contenues dans le périmètre de la mine de Kansoko.	600
Photo 73: Les élèves de l'école technique KAMPEMBA	601
Photo 74: Type d'habitation des personnes affectées avant la delocalisation	602
Photo 75: Type de maisons remises en compensation des habitations perdues.	602
Photo 76: Ecole primaire Muvunda construite au village Muvunda par KAMCO en compensation de la perte d'accès aux ressources naturelles contenues dans le primetre de la mine de Kakula	603
Photo 77: Maison des enseignants de l'ecole Muvunda (7 au total).....	603
Photo 78: Puits d'eau équipé d'une pompe solaire forée à Muvunda.....	603
Photo 79: Membres de la coopérative Tujenge en plein travail et les membres de la coopérative TUJENGE (en bleu) devant leur usine de briqueterie	607
Photo 80: Production de miel à partir de ruches Kenyan Top Bar	611
Photo 81: Miel produit et conditionne dans le format utilisable.	611
Photo 82: Etang piscicole stocké avec 2000 alevins et les étangs communautaires finis	612

ANNEXES

ANNEXE I

STATUTS NOTARIÉS DE LA SOCIÉTÉ

ANNEXE II

PERMIS D'EXPLOITATION

ANNEXE III

AVIS ENVIRONNEMENTAL

ANNEXE IV

CARTE TOPOGRAPHIQUE DE BASE

A L'ECHELLE 1/20.000

ANNEXE V

CARTE HYDROGRAPHIQUE DES PÉRIMÈTRES A L'ECHELLE 1/20.000

ANNEXE VI

LISTE DE PRÉSENCE DE LA CONSULTATION DU PUBLIC

**ANNEXE VII
PROCÈS-VERBAL CO-SIGNE PAR
LES AUTORITÉS LOCALES ET LA
SOCIÉTÉ.**

ANNEXE VIII PREVES DES PAIEMENTS DE LA SURETE FINANCIERE