

Projet de l'or de Yaoure, Côte d'Ivoire



Évaluation de l'impact social et environnemental

Spécialiste de l'état initial des sols, du potentiel des terres et de l'utilisation des terres et de

l'évaluation de l'impact social et environnemental



Présenté à

Amara Mining Cote d'ivoire SARL



Présenté par

Earth Science Solutions (Pty) Ltd

FORMULAIRE POUR LE SIGNALEMENT DES PROBLEMES

Nom du client	Amara Mining Cote d'ivoire SARL		
Nom du projet	Évaluation de l'impact environnemental et social du projet de l'or Yaours		
Titre du rapport	Spécialiste de l'état des sols, du potentiel des terres, de l'utilisation des terres et de l'évaluation de l'impact environnemental		
Statut du document	RAPPORT PROVISOIRE	Édition N°	3
Date d'émission	21 avril 2015		
Référence du document	7879140169	Numéro du rapport AMEC.YG.S.14.08.00	
Auteur	Ian Jones		8 mai 2015
Réviser	Amanda Pyper	<small>Signature et date</small>	
Approbation du responsable de projet	Christian Kunze	25 novembre 2016	

DECLARATION DE NON-RESPONSABILITE

Ce rapport a été préparé exclusivement pour Amec Foster Wheeler par Earth Science Solutions (Pty) Ltd. (ESS). La qualité de l'information, les conclusions, et les estimations figurant dans le présent document sont le résultat des efforts engagés dans les services d'ESS et fondée sur : 1) l'information disponible au moment de la préparation, ii) les données fournies par des sources extérieures et iii) les hypothèses et les conditions et les qualifications énoncées dans le présent rapport. Ce rapport est destiné à être utilisé par le client mentionné ci-dessus sous réserve des clauses contractuelles de son contrat avec ESS. L'utilisation de ce rapport par un tiers, ou toutes décisions prises en se fondant sur celui-ci sont la responsabilité de ce tiers.

DOCUMENT DE SYNTHÈSE

Introduction / Contexte

Amara Mining PLC (Amara) est une société anonyme cotée à la bourse de Londres (marché AIM), ayant son siège à Londres, RU. Amara cherche à développer son projet Yaoure détenu à 100 pour cent dans le département de Bouafle en Côte d'Ivoire. Le projet Yaoure est actuellement au stade de développement de pré-faisabilité.

Dans le cadre du travail de pré-faisabilité, Amara réalise une étude d'impact environnemental et social (ESIA), conformément au code ivoirien des mines (Loi No 2014-138 du 24 mars 2014 sur le code des mines), et au code de l'environnement (Loi No 96-766 du 3 octobre 1996 sur le code de l'environnement et décrets applicables, ainsi qu'aux International Finance Corporation Performance Standards on Environmental and Social Sustainability, 2012 (IFC PS). Amara a prévu de réaliser un ESIA pendant le stade de pré-faisabilité.

Dans le cadre du processus ESIA, ces investigations et études spécialisées des sols et du potentiel des terres ont été préparées conformément aux Lois et politiques de l'exploitation minière et de l'environnement qui concernent la Côte d'Ivoire, avec l'IFC Performance Standards (PS), 2012 comme directive dans les meilleures pratiques.

Le processus ESIA en Côte d'Ivoire est déterminé par le Code de l'environnement. Selon les termes du Code, la première étape dans le processus ESIA consiste à soumettre un rapport technique à ANDE qui contient une description du projet, sur lequel l'ANDE émet un document intitulé Termes de référence (ToR) pour l'ESIA. Sur la base du ToR développé au stade de délimitation du champ d'application et finalement approuvé par l'ANDE, le travail ESIA effectif a commencé en janvier 2015, avec notamment l'investigation de l'utilisation du sol et des terres.

Le Code de l'environnement exige qu'un processus ESIA soit entrepris par un consultant environnemental qui est approuvé par l'autorité environnementale (AND) responsable du processus d'approbation administrative. Dans ce but Amec Foster travaille en association avec 2D Consulting, un cabinet de consultant d'environnement local accrédité en Côte d'Ivoire.

Objectif de l'étude

Ce rapport détaille les conclusions des investigations sur l'état du sol, son utilisation, et le potentiel des terres en vue de l'exploitation minière et de la valorisation de la ressource aurifère proposées associées au projet de mine d'or de Yaoure, un développement détenu et géré par Amara Mining PLC (AMARA).

Les études des spécialistes constituent une partie d'un ESIA plus grand, avec intervention du niveau de référence, évaluation de l'impact et plan de gestion.

L'objectif de l'étude consiste à :

- Vérifier et mettre à jour l'étude du potentiel du sol et des terres réalisée en 2007 dans le cadre d'un processus ESIA antérieur.
- Caractériser et classer les types de sol qui existent dans la zone du permis d'exploration ;
- Délimiter les sols sensibles, notamment les sols à base humide ;
- Déterminer la capacité des divers types de sol ;
- Obtenir des informations sur l'utilisation des terres qui contribueront à améliorer les connaissances sur l'occupation et l'utilisation des terres dans la zone du permis ;
- Évaluer les impacts potentiels sur le sol, l'utilisation du terrain et le potentiel des terres qui peuvent résulter de l'exploitation minière ; et
- Préparer un plan d'utilisation et de gestion du sol pour assurer que les impacts potentiels sont minimisés et gérés.

Méthodologie

Les informations des spécialistes en matière de sols et de potentiel des terres sont considérées comme faisant partie d'un ESIA plus large et utilisent les critères de performances de l'IFC (2012) comme guide pour les principes de bonnes pratiques.

L'étude des spécialistes du potentiel du sol et des terres a été conçue comme la base pour la caractérisation et la classification des différents types de sols dans la zone, dont certains peuvent potentiellement être affectés par les activités proposées. Les normes utilisées pour la classification des sols sont basées sur un ensemble spécifique de principes scientifiquement dérivés tels qu'indiqués dans le « Système de classification taxonomique des sols », qui est internationalement reconnu et conforme aux critères de la Banque mondiale.

Les procédures suivies considèrent conjointement les caractéristiques physiques et chimiques des matériaux in-situ, des informations qui sont utilisées à leur tour avec la géomorphologie globale du site dans la compréhension des sensibilités du site. Ces informations sont ensuite combinées en « groupes » de sols dominants.

Ces groupes ont des caractéristiques similaires pour lesquelles un ensemble d'impacts spécifiques sont connus, et pour lesquelles les mêmes mesures de minimisation et de gestion s'appliquent pour toute activité donnée. Ils peuvent être utilisés par le développeur et toute partie intéressée ou concernée (public et autorités) pour prendre des décisions informées et scientifiquement fondées sur le caractère durable relatif du projet sur le potentiel des sols et des terres.

Pour une meilleure compréhension et information de ces études sur la manière dont le potentiel d'un sol ou de terres est sensible ou vulnérable, il était essentiel que le système utilisé soit capable d'établir et de mesurer de manière reproductible les

aspects et les déterminants qui contribuent à ce qu'un matériau soit robuste ou sensible.

Les systèmes de classification et d'évaluation fournissent les bases et les connaissances scientifiques nécessaires pour évaluer et mesurer la sensibilité ou la vulnérabilité relatives des matériaux aux différentes interventions qui sont proposées.

La zone a été initialement divisée avec une grille à base de trois-cent mètres et l'étude de sol originelle a été évaluée en bureau d'étude. L'extrapolation des informations basées sur les informations du sol en 2007 en association avec la cartographie géologique, le modèle de terrain et l'imagerie infrarouge par satellite (toutes mises à la disposition de l'étude par le client) a été assimilée et utilisée comme carte de base pour les études 2015 (capacité du sol et des terres). L'étude de terrain a confirmé en 2007 les informations de l'étude et a recueilli des informations de sol et géomorphologiques supplémentaires à partir des observations recueillies sur le site à des points accessibles au pédologue.

De plus, une série d'échantillons composites (une série d'échantillons prélevés aux points de carottage avec lesquels les formes de sol étant combinées en un échantillon composite qui est représentatif d'un type/forme de sol particulier) ont été prélevés des différentes formes de sol et soumis pour analyse pour déterminer la chimie initiale dans toute la zone de l'étude. Cette stratégie d'échantillonnage est considérée comme représentative d'une zone avec des caractéristiques de terrain similaires.

Le potentiel des terres est fonction de la géomorphologie globale de la zone et prend en compte les informations du sol ainsi que le climat, le terrain (pente et aspect), la rugosité du sol, les facteurs d'humidité du sol et la moyenne nationale de rendement des récoltes.

L'utilisation des terres a été évaluée par 2D Consulting Afrique en utilisant l'imagerie satellite infrarouge (GeoEyes) et l'observation sur site pour vérifier une délimitation initiale effectuée en bureau d'étude. L'étude a commencé en janvier 2015 et s'est concentrée sur l'utilisation des terres et les types d'habitats dans la zone d'étude.

Les propriétés physico-chimiques du sol et la façon dont il réagit avec les éléments (vent, eau, érosion, chaleur, réaction chimique etc.), la sensibilité à la suppression du couvert végétal, ou sa vulnérabilité à la perturbation de la terre végétale, et la réaction des matériaux aux apports chimiques (facilité de solubilisation), sont tous les aspects qui ont été évalués en mesurant la sensibilité et finalement la vulnérabilité au développement.

Ces mesures seront importantes lorsque l'évaluation de l'impact est réalisée, et dicteront les mesures de minimisation et de gestion (degré d'apport etc.) qui seront requises.

Il est essentiel d'obtenir suffisamment d'informations spécifiques du site qui assureront que les sols sont décrits et caractérisés de manière appropriée pour permettre une évaluation précise de l'impact des actions qui sont proposées par le développeur et

pour le développement d'un guide conceptuel de l'utilisation du sol et un plan qui soit durable et pratique.

Au début, les études de référence sont nécessaires comme un enregistrement de l'environnement pré-développement. Ces résultats sont utiles pour les alternatives et l'évaluation de faisabilité, mais ne doivent pas être utilisées pour la conception ingénierie détaillée.

Le niveau d'étude et l'intensité (variance spatiale) des observations effectuées a été guidé par un certain nombre de variables pratiques. Elles comprenaient la géomorphologie du site, une connaissance du développement proposé (plan d'exploitation minière) et les actions/activités prévues.

Résumé des observations

En général, le sol en tant que ressource est considéré comme un milieu sensible étant donné qu'il est le matériau stabilisateur à travers lequel les plantes et les animaux survivent, où l'eau est stockée et utilisée, et dans lequel les racines de la végétation peuvent contrôler l'érosion et la perte de la ressource aux eaux de surface.

Les sols rencontrés sur le site peuvent être catégorisés globalement en quatre groupes majeurs (consulter l'explication de la carte – **Figure 33** – Carte des sols dominants), avec un certain nombre de formes dominantes et sous-dominantes qui caractérisent la zone d'intérêt.

Les formes majeures de sol sont étroitement associées aux lithologies dont les sols sont dérivés (formation in-situ) ainsi que la topographie et la géomorphologie générale du site, avec les effets du climat, de la pente topographique et de l'altitude des formes de terrain affectant les processus de pédogenèse/formation du sol et finalement les formes de sol cartographiées.

Pour simplifier les tendances, les groupes majeurs de sols sont :

1. Les sols plus profonds et de limon plus sablonneux sont considérés comme des matériaux à *Haut Potentiel* et sont distingués par une profondeur moyenne supérieure à la moyenne (100 cm à > 150 cm) de drainage relativement supérieur et à capacités de rétention d'eau modérées à bonnes dans le profil d'enracinement du sol (80 mm/m à 180 mm/m).

Le groupe est reconnaissable par l'absence totale de marbrure, ou un niveau très faible (de l'eau dans le profil pendant moins de 30 % de la saison (désignée par le préfixe - W1) à des profondeurs supérieures (> 750 mm en moyenne), avec une texture à grain fin ou moyen, une structure alvéolaire à légèrement friable et des argiles qui vont d'un minimum de 12 % à 18 % dans la terre végétale et entre 20 % et 28 % dans le sous-sol. Ces sols sont généralement supportés par un gravier ferricrète ou un gravier saprolitique épais, situé principalement dans les secteurs central sud et sud-ouest de la zone d'étude (Voir Figure 33 – Carte de sols dominants).

Le potentiel des terres est noté comme terre paturable à intensité modérée et/ou terre modérément arable en fonction des stocks de nutriments et de carbone organique et du potentiel de production associé.

Ces sols sont généralement légèrement moins riches en argile que les sols à base humide associés et davantage de matériaux d'origine colluviale structurés. La structure plus sablonneuse de ce groupe de sols les rend plus faciles à travailler et d'une moindre sensibilité relative (profondeur >750mm).

2. À l'opposé, les matériaux de *plus faible profondeur* et souvent légèrement plus *structurés* sont jugés plus *sensibles* et nécessiteront une plus grande attention, s'ils sont manipulés. Ce groupe (< 500 mm) est presque exclusivement associé au sous-affleurement des matériaux parents ou d'horizons superficiels

lithocutaniques/aprolitiques et est considéré comme sensible ou modérément sensible en termes d'érosion, de compactage et de leur maniabilité. Ces sites ont une fonction relativement grande et importante dans la durabilité de la biodiversité globale de la zone et nécessiteront une intervention de gestion s'ils sont perturbés. La distribution de ces matériaux semble être lithologiquement contrôlée avec une prédominance dans les secteurs sud et sud-est de la zone d'étude (voir Figure 33 – Carte des sols dominants).

Ces sols comportent des couches de limons de grain fin à moyen, sableux pour la plupart, ayant une structure polyédrique alvéolaire à modérément en bloc à l'extrême, et contenant de l'argile dans une proportion de 18 % dans les horizons supérieurs jusqu'à 35 % là où les sols sont associés à une géologie plus basique (dolérite).

3. Le troisième groupe de sols comprend ceux qui sont associés à la couche dure ferricrète et à l'eau souterraine perchée/confinée. Ce groupe de sols présente une série de caractéristiques et de nature distinctives qui sont séparés des autres groupes de sols en raison de leurs caractéristiques de gestion intrinsèquement bien plus difficiles.

Ces sols sont caractérisés par des teneurs en argile supérieures à la moyenne (18 % à 25 %) dans la couche superficielle du sol, et jusqu'à 60 % dans le sous-sol – sont parfois sujets au gonflement (smectites), de faibles taux d'incorporation, à drainage inhibé et faible et revenaient au mieux à des capacités de rétention d'eau modérément satisfaisantes pour le profil d'enracinement (60 mm/m à 100 mm/m). Cela est particulièrement vérifié dans le cas des argiles plus lamellaires et gonflantes qui lient l'eau du sol.

La nature davantage structurée de ces sols et l'humidité intrinsèque sont restrictives pour la profondeur d'enracinement, tandis que la nature de couche dure de la ferricrète est également un facteur inhibiteur et une barrière dans les 500 mm à 750 mm supérieurs du profil du sol. Ces sols sont généralement associés à un *horizon de base humide ou saturé*, et sont considérées comme sensibles à très sensibles dans la nature, bien qu'ils soient généralement considérés comme une sorte de « *relique* » de la terre

Des zones étendues et significatives d'affleurement ferricrète/affleurement lamellaire ont été cartographiées dans la zone de l'étude et la latérite est commune dans la zone vadose. Le développement de sols à base humide et d'environnements de prairies humides a été cartographié en association avec ces formes de sol.

Ces sols seront plus difficiles à travailler à l'état humide et plus difficiles à stocker et à rétablir à la fermeture.

Là encore, il est considéré comme important pour l'étude de référence que ces groupes de sols soient modérément extensifs dans la zone spatiale, et couvrent une proportion significativement importante du développement proposé en

préparation (aussi bien l'exploitation minière que son empiètement d'infrastructure).

Des interventions de gestion et minimisations supplémentaires seront recommandées pour les zones qui sont considérées comme hautement sensibles ou intéressantes en termes de capacité du sol et du terrain.

4. De plus, et séparément des sols structurés à base humide, existe le groupe de sols qui reflètent l'*humidité* dans les 500 mm supérieurs. Ces sols sont facilement reconnaissables aux couleurs tachetées de rouge et de jaune sur fond faiblement coloré du sol. Ces sols sont considérés comme des zones *hautement sensibles* qui nécessitent des interventions d'aménagement si elles sont perturbées.

Les concentrations de sels naturels et de stockages de nutriments dans ces sols sont de nouveau un équilibre sensible en raison des extrêmes de précipitations (lixiviation excessive) et de température, avec une lixiviation évidente dans les couleurs chromatiques basses.

La capacité d'un sol à retenir l'humidité et les nutriments, et à son tour à influencer le caractère durable de la croissance végétative et la dépendance de la vie animale est déterminée par la consistance et le degré d'humidité du sol au sein du profil mais hors de l'influence de l'évaporation.

Les conditions locales et les sensibilités du site associées sont notées comme des aspects qui influencent l'équilibre de la biodiversité locale, et il est important de comprendre que tout développement affectera inévitablement et modifiera les conditions du site et aura impact sur la viabilité de l'environnement. Ces aspects devront être gérés et faire l'objet d'ingénierie jusqu'à un niveau de durabilité acceptable (IFC PS 2012).

Les sols à base humide et très superficiels sont considérés comme hautement sensibles et sont vulnérables en cas de perturbation ou d'exploitation.

Ces sols nécessiteront une intervention et une gestion supplémentaires s'ils sont envisagés pour le développement. L'étude précédente entreprise en 2007 a indiqué une tendance similaire bien que l'étude ait été davantage orientée vers une meilleure compréhension du potentiel de capacité du terrain et d'utilisation du terrain dans la zone d'intérêt.

L'humidité du sol et la présence de conditions hydromorphiques (zones humides) sont considérées comme des caractéristiques importantes et ces environnements sont classés comme sensibles à hautement sensibles, et des zones qui nécessitent d'être balisées comme sites nécessitant une attention particulière.

Un certain nombre des activités à planifier vont avoir un impact directement sur les sites sensibles et localement hautement sensibles, ou sont associées à la zone d'influence qui pourrait affecter ces sites (sols de zones de transition).

La cartographie d'utilisation des terres a été utilisée pour caractériser les communautés de plantes naturelles, et mieux comprendre l'étendue et le type d'agriculture, et les autres impacts des activités humaines (exploitation minière, implantations, infrastructures etc.) dans la zone d'intérêt. Une carte de l'utilisation des terres et des habitats du projet de l'or du Yaours a été développée à l'échelle 1:25 000ème.

Les résultats de la cartographie indiquent que le site de l'étude est divisé en trois zones. Il s'agit de terres grasses et de savanes arbustives au nord et au nord-est, et de savanes forestières/boisées, et de forêts dégradées et secondaires au sud et au sud-est.

Des forêts ripisylves sont également présentes le long de la Rivière Bandama.

Les activités humaines consistent en diverses utilisation des terres. Ce sont notamment le barrage de Kossou, l'exploitation minière artisanale et à petite échelle commerciale, l'infrastructure minière existante, un réseau de routes et de pistes, ainsi qu'une agriculture organisée qui est dominée par le cacao.

Avec l'ouverture de la zone, la récolte commerciale du cacao est en augmentation, avec une propagation de l'impact depuis le nord et le nord-est (zone nord d'Angovia et Allahou-Bazi) vers le sud et le sud-est (autour de Patizia). La zone de l'étude comprend environ 53 % de savane, 30 % de forêt dégradée et secondaire (îlots, galeries ou couvert riverain) et 13 % d'activités de culture et d'artisanat.

Résumé des impacts potentiels

La zone d'impact potentiel et d'emprise est relativement vaste en comparaison avec la taille de la zone d'exploitation minière, avec le TMF et les WRD qui couvrent de grandes surfaces de terrain, tandis que l'infrastructure de support et les activités associées sont relativement largement dispersées sur la zone d'intérêt.

Le développement proposé aura un impact sur certains des sites les plus sensibles qui sont associées aux formes de sols superficiels ou à base humide.

Les impacts du développement proposé sont associés à :

- La perte de la ressource du sol en raison du changement d'utilisation du terrain et du retrait de la ressource du système existant (stérilisation) ;
- Ces effets sont généralement associés à la construction de l'infrastructure et des installations de soutien et à l'utilisation de la zone d'emprise pour les activités minières à ciel ouvert. Ces activités auront pour résultat la perte de la ressource du sol pendant la durée du projet et possiblement pendant un certain temps après l'achèvement.
- La gestion des gravats et des résidus miniers va stériliser le sol de manière permanente si les sols ne sont pas excavés et stockés et s'ils ne sont pas bien gérés.

- La perte de la ressource du sol due à l'érosion (vent et eau) des matériaux non protégés (disparition du couvert végétal et/ou de la couche arable) ;
- La perte du potentiel d'utilisation du sol et de la capacité du terrain en raison de la réduction des surfaces utiles et des zones adjacentes aux installations construites ;
- La perte de ressource due au prélèvement des matériaux pour l'utilisation dans d'autres activités ;
- La contamination de la ressource due aux déversements de matières premières ou de produit final et la possibilité de déversement des réactifs transportés vers le site et utilisés dans le process ;
- La contamination des matériaux stockés ou in-situ en raison de l'impact de la poussière ou de l'eau polluée en provenance de la zone du projet et des voies de camionage/voies de transport ; et
- La perte du potentiel d'utilisation du sol en raison de la perturbation des sols et de la perte potentielle des stocks de nutriments par infiltration et dénitrification des matériaux pendant le stockage ou en raison de la perturbation des matériaux.

La classification de l'importance de l'impact de moyenne à très élevée pendant la phase de construction s'il n'y a pas de minimisation est considérée comme moyenne et faible là où les impacts sont bien gérés.

La phase opérationnelle est une période au cours de laquelle la gestion des stocks de sol et les impacts de la contamination de la ressource doivent être pris en compte et implémentés comme élément de la gestion quotidienne.

Pendant la phase de désaffectation et lorsque la remise en état peut être pratiquement entreprise avant la fermeture, et pendant la phase de fermeture, les impacts vont varier depuis élevés dans les zones où des machines volumineuses sont utilisées jusqu'à positifs et moyens dans les zones où la restauration du paysage de surface est possible. L'utilisation de l'eau de mine pour l'humidification des routes, la suppression de la poussière et l'irrigation devra être soigneusement envisagée si les impacts de la contamination des sols stockés et des matériaux environnants (in-situ) doivent être gérés.

SOMMAIRE

1.0	INTRODUCTION.....	1
1.1	Study Area	3
1.2	Project Description	5
1.3	Soil and Land Use Study	8
1.4	Purpose of the Study.....	9
1.5	Desktop Findings	12
1.5.1	Previous Studies	12
1.6	Legal Requirements	16
1.6.1	International Requirements and Best Practice	18
1.7	Report Structure.....	19
2.0	METHODOLOGY	20
2.1	Background Physiography	20
2.2	Survey Period and Area Covered	21
2.3	Sampling Methodology	21
2.4	Analyses.....	23
3.0	RESULTS.....	25
3.1	Soil Characterisation	25
3.1.1	General	25
3.1.2	Soil Chemical and Physical Characteristics.....	35
3.2	Pre-Construction Land Capability	41
3.2.1	Data Collection.....	41
3.2.2	Description of Findings	42
3.3	Land Use.....	47
3.3.1	Land-Use Typology.....	47
3.3.2	Land-Use Mapping.....	49
3.3.3	Conclusion	52
3.4	Summary and Conclusions	52
4.0	ALTERNATIVES ASSESSMENT – TMF	54
5.0	ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT - PHILOSOPHY	56
6.0	ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT.....	61
6.1	Impact Assessment.....	65
6.1.1	Pre-Construction and Construction Phase	65
6.1.2	Operational Phase	70
6.1.3	Decommissioning & Closure Phase.....	73
7.0	REFERENCES.....	77

TABLEAUX

Table 2.1:	Arrangement of Master Horizons in Soil Profile (Soil Classification – Mac Vicar 1991) ...	23
Table 3.1:	Analytical Results	38
Table 3.2:	Criteria for Pre-Construction Land Capability (Canadian Land Inventory and Land Capability System)	41
Table 3.3:	Land Capability as a Percentage of Study Area	43
Table 3.4:	Spatial Distribution of the Different Land-use Types.....	49
Table 3.5:	Land Use Map	51
Table 4.1:	Alternative Assessment Matrix.....	55
Table 6.1:	Pre Construction and Construction Phase Impact Significance	69
Table 6.2:	Operational Phase - Impact Significance	73
Table 6.3:	Decommissioning and Closure Phase - Impact Significance	76

FIGURES

Figure 1.1:	Locality Plan (Project Description – ESIA)	4
Figure 1.2:	Licence Areas (Terms of Reference)	6
Figure 1.3:	Preliminary Infrastructure Plan (April 2015 - ESIA).....	7
Figure 1.4:	Geology of the Yaoure Project (Source: Amara Mining)	15
Figure 1.5:	Terrain Model	16
Figure 3.1:	Schematic of the Wet Lands and their Relation to Topography (Wetland Consulting Services 2003)	27
Figure 3.2:	Historic Soils Mapping (2007 ESIA)	29
Figure 3.3:	Dominant Soils Map	32
Figure 3.4:	Site Sensitivity Map	34
Figure 3.5:	Land Capability Map.....	46
Figure 5.1:	Soil Sensitivity Map	60
Figure 6.1:	Mine Plan	63

ANNEXES

- A Annexe A – Classification ferricrète
- B Annexe B – Cartes de rapport A3

GLOSSAIRE

Alluvion : Désigne le dépôt de matériaux résultant du fonctionnement des courants et rivières modernes.

Statut de base : Une expression qualitative de la saturation de base.

Pouvoir tampon : Capacité du sol à résister à une modification de pH imposée.

Calcaire : Contenant du carbonate de calcium (calcrète).

Catène : Une séquence de sols d'âge similaire, dérivant de matériau parent similaire, et apparaissant dans des conditions macroclimatiques similaires, mais ayant des caractéristiques différentes en raison de la variation de relief et de drainage.

Claste : Un constituant, grain ou fragment individuel d'un sédiment ou d'une roche sédimentaire produit par la désintégration physique d'une masse rocheuse plus grande.

Cohésion : La force moléculaire attraction entre des substances similaires. La capacité à adhérer ensemble. La cohésion du sol est la part de sa force de cisaillement qui ne dépend pas de la friction interparticulaire. L'attraction dans une unité structurale de sol ou par le sol entier dans les sols apédiques.

Concrétion Un nodule constitué d'accrétions concentriques.

Agrégat : Un agrégat mou, poreux, plus ou moins arrondi, de un à cinq millimètres de diamètre. Voir structure, sol.

Cutane : Les cutanes apparaissent à la surface des agrégats ou des particules individuelles (grains de sable, pierres) Ils sont constitués de matériau qui est habituellement plus fin que le matériau qui constitue la surface sur laquelle ils apparaissent, et qui a une organisation différente. Ils sont produits par dépôt, diffusion ou contrainte. Synonyme de peau d'argile, film d'argile, argilane.

Dénitrification : La réduction biochimique du nitrate ou du nitrite en azote gazeux, soit sous forme d'azote moléculaire soit sous forme d'oxyde d'azote.

Érosion : Le groupe de processus par lequel le matériau de sol ou rocheux est détaché ou dissous et retiré d'une partie quelconque de la surface terrestre.

Engrais : Matière organique ou inorganique, naturelle ou synthétique, qui peut apporter un ou plusieurs éléments nutritifs essentiels pour la croissance et la reproduction des végétaux.

Sable fin : (1) Une fraction du sol constituée de particules de 0,25 à 0,1 mm de diamètre. (2) Une classe de texture du sol (voir texture) avec sable fin plus sable très fin (c.a.d. 0,25 à 0,05 mm de diamètre) plus de 60 % de fraction sableuse.

Sols finement texturés : Sols à texture argilo-sableuse, argilo-limoneuse ou argileuse.

Carapace : Un matériau massif enrichi de, et fortement cimenté par des sesquioxydes, principalement des oxydes métalliques (connus sous le nom de ferricrète, carapace de fer, ngubane,

ouklip, carapace de latérite), silice (silcrète, dorbank) ou de soude Les carapaces dures en alios sont cimentées par des oxydes métalliques et de la matière organique.

Potentiel des terres : La capacité des terres à satisfaire aux besoins d'un ou plusieurs usages dans des conditions ou une gestion définies.

Type de terre : (1) Une classe de terre avec des caractéristiques spécifiques. (2) En Afrique du sud il a été utilisé comme unité de cartographie indiquant le terrain, cartographiable à une échelle au 1:250 000ème, sur laquelle est indiqué l'uniformité du climat, la forme du terrain et le profil du sol.

Utilisation des terres : La manière dont les terres sont utilisées.

Marbrure : Un profil marbré ou panaché de couleurs est courant dans de nombreux horizons de sols. Ce peut être le résultat de divers processus *inter alia* l'hydromorphie, l'illuviation, l'activité biologique, et la météorisation dans des conditions de drainage libre (c.a.d. saprolite). Il est décrit en notant (i) la couleur de la matrice et la ou les couleurs des marbrures principales, et (ii) le profil du marbrage. Ce dernier est donné en termes d'abondance (rare, commun, 2 à 20 % de la surface exposée, ou plusieurs), de taille (fine, moyenne de 5 à 15 mm de diamètre le long de la plus grande dimension, ou grossier, de contraste (faible, distinct ou proéminent), de forme (circulaire, vésiculaire allongé, ou rayé) et de la nature des limites des marbrures (nette, claire ou diffuse) ; parmi ces caractéristiques, l'abondance, la taille et le contraste sont les plus importantes.

Nodule : Des éléments de diverses formes, dimensions et couleur qui ont été durcis d'une manière plus ou moins importante par des composés chimiques tels que la soude, les sesquioxides, les déjections animales et la silice. Ils peuvent être décrits en termes de type (durinodes, gypse, inclusions d'insectes, alios, fer, manganèse, soude, silice sodique, plinthite, sels), d'abondance (peu, moins de 20 % en pourcentage volumique ; commun, de 20 à 50 % ; abondant, plus de 50 %), de dureté (mou, dur signifiant très peu friable entre le pouce et l'index, induré) et de taille en bâtonnet, fin, moyen de 2 à 5 mm de diamètre, grossier).

Surcharge : Un matériau qui recouvre un autre matériau d'une manière spécifique, mais principalement désigné dans ce document par matériaux recouvrant la roche altérée.

Ped : Agrégat individuel de sol naturel (p. ex. prisme de bloc) par différence avec une motte produite par une perturbation artificielle.

Pédocutanique, diagnostic horizon-B : Le concept englobe les horizons-B qui ont été enrichis en argile, probablement par illuviation (un procédé pédogénique important qui consiste en un mouvement vers le bas de matières fines, par l'eau et dépôt à partir de l'eau, pour donner naissance à un caractère cutanique) et qui a développé une structure en blocs modérée ou forte. Dans le cas d'un horizon-B pédocutanique, la transition vers l'horizon-A supérieur est nette ou abrupte.

Pédologie : La branche de la science des sols qui traite des sols en tant que phénomène naturel, notamment de leurs propriétés morphologiques, physiques, chimiques, minéralogiques et biologiques, de leur genèse, de leur classification et de leur distribution géographique.

Roches rubanées : Dans les sols, ce sont des surfaces polies ou rainurées dans le sol qui résultent d'un glissement en masse d'une partie du sol contre un matériau adjacent le long d'un plan qui définit l'étendue des rubanements. Elles apparaissent dans les matériaux argileux à haute teneur en smectite.

Sol sodique : Sol à faible teneur en sel soluble contenant un pourcentage élevé de sodium échangeable (habituellement EST > 15).

Argile foisonnante : Minéraux argileux tels que les smectites qui présentent un gonflement interlamellaire lorsqu'ils sont humidifiés, ou sols argileux qui, en présence de minéraux argileux foisonnants, gonflent lorsqu'ils sont humides et se rétractent avec fissuration lorsqu'ils sont secs. Ces derniers sont également appelés sols gonflants.

Texture, sol : La proportion relative des diverses fractions de taille dans le sol telles que décrites par les classes de texture de sol représentées dans le tableau de texture des sols (voir diagramme page suivante). Les classes de sable pur, de sable, de sable limoneux, de limon sableux et de limon sablo-argileux sont encore subdivisées (voir diagramme) en fonction des pourcentages relatifs des sous-fractions de sable grossier, moyen et fin.

Vertique, diagnostic horizon-A Les horizons-A qui ont aussi bien une teneur élevée en argile et une prédominance de minéraux argileux smectiques possèdent la capacité de rétraction et de gonflement prononcés en réponse aux variations d'humidité. De tels matériaux expansibles ont un aspect caractéristique : la structure est fortement développée, les faces des agrégats sont luisantes, et la consistance est hautement plastique à l'état humide et collante à l'état humecté.

1.0 INTRODUCTION

Amara Mining PLC (Amara) est une société anonyme cotée à la bourse de Londres (marché AIM), ayant son siège à Londres, RU. Amara cherche à développer son projet Yaoure détenant à 100 pour cent dans le département de Bouafle en Côte d'Ivoire. Le projet Yaoure est actuellement au stade de développement de pré-faisabilité.

Dans le cadre de son travail de pré-faisabilité, Amara réalise une évaluation de l'impact environnemental et social (ESIA), en conformité avec le code ivoirien des mines, le code de gestion et de protection de l'environnement et le décret d'application, ainsi que les critères de performance IFC sur la durabilité environnementale et sociale. Amara a prévu de terminer l'ESIA pendant le stade de pré-faisabilité.

En décembre 2014, Amara a choisi Amec Foster Wheeler Earth & Environment (UK) Ltd. comme consultants principaux de l'ESIA. L'ESIA est fondé sur le rapport d'orientation qui a été préparé par AMEC Earth & Environmental UK Ltd. (maintenant Amec Foster Wheeler) et soumis à l'autorité réglementaire en matière d'environnement (ANDE) en novembre 2014.

Le processus ESIA en Côte d'Ivoire est déterminé par le Code No 96-766 du 3 octobre 1996 et le Décret No. 96-894 de novembre 1996. Selon les termes du Code, la première étape dans le processus ESIA consiste à soumettre un rapport technique à l'ANDE qui contient une description du projet, sur lequel l'ANDE émet un document intitulé Terms of Reference (ToR) pour l'ESIA. Sur la base du ToR développé à l'étape d'orientation et finalement approuvé par l'ANDE, le travail effectif de l'ESIA Earth Science Solutions (Pty) Ltd a été retenu comme membre de l'équipe spécialisée constituée pour évaluer et étudier l'impact que l'exploitation minière pourrait avoir sur les sols et la capacité du terrain et l'utilisation du terrain, avec un accent mis sur les zones humides plus sensibles.

La législation environnementale de la Côte d'Ivoire, Acte No 96-766 du 3 octobre 1996 nécessite qu'un processus ESIA soit entrepris par un consultant environnemental qui est approuvé par l'autorité environnementale (ANDE) responsable du processus d'approbation administrative. Dans ce but Amec Foster travaille en association avec 2D Consulting, un cabinet de consultant d'environnement local accrédité en Côte d'Ivoire.

Le processus ESIA a deux objectifs :

1. Fournir une base pour la prise de décision, par les autorités et les partenaires du projet sur l'acceptabilité environnementale du projet ; et
2. Fournir un apport à la conception du projet au cours de son évolution, sur une base itérative, pour minimiser les impacts négatifs et optimiser les bénéfices du projet.

Pour respecter ces exigences de base, les objectifs des études du spécialiste des sols et de la capacité du terrain sont notamment :

- La documentation des conditions initiales de potentiel du sol et des terres (conditions avant projet) de la zone de l'étude et les conditions socio-économiques des communautés affectées en termes d'utilisation des terres préalable au développement.
- Informer, obtenir et traiter les contributions des partenaires, notamment les autorités compétentes et le public en ce qui concerne les aspects du potentiel des sols et des terres et de l'utilisation des terres.
- Évaluer l'impact en matière de sciences de la terre et social qui résulterait du projet et comparer les impacts avec les critères environnementaux et sociaux nationaux et/ou internationaux.
- Fournir un enregistrement permanent des ressources actuelles du sol dans la zone qui sera potentiellement affectée par le développement proposé (environnement avant exploitation minière et valorisation) ;
- Évaluer la nature du site en relation avec l'environnement global et son potentiel présent d'utilisation/potentiel des terres ;
- Fournir un plan de base à partir duquel des décisions écologiques et environnementales à long terme peuvent être prises, les impacts de l'exploitation minière peuvent être déterminés, et des plans de gestion de minimisation et de réhabilitation peuvent être formulés.
- Évaluer l'impact de l'exploitation minière et de ses activités associées sur les différentes phases du projet depuis la construction jusqu'à l'achèvement en passant par l'exploitation ;
- Identifier les mesures de minimisation qui réduiraient l'importance des impacts négatifs prédits ou les bénéfiques prédits augmentés des projets d'exploitation minière proposés, grâce à une série de plans de gestion environnementale/sociale (ESMP), et
- Développer des plans appropriés de surveillance du sol pour le projet.

Le Taxonomic Soil Classification System et le Système d'information géographique du Canada en association avec les British Land Capability Rating Systems ont été utilisés comme base pour les investigations de potentiel des sols et des terres respectivement. Ces systèmes bénéficient d'une reconnaissance internationale.

Cette évaluation de l'état des lieux a été réalisée en conformité avec la législation nationale et les directives internationales relatives aux meilleures pratiques telles que détaillées dans l'IFC PS (2012) et constitue une partie de l'évaluation d'impact global, les deux sous forme de document indépendant et en tant qu'informations complémentaires de l'ESIA global pour le développement proposé.

Les études pédologiques et de capacité du terrain spécialisées ont été gérées et signées par Ian Jones (Pr Sci. Nat 400040/08), un géologue ayant 36 ans d'expérience dans ce domaine d'expertise.

Ian Jones, et Earth Science Solutions (Pty) Ltd, sont totalement indépendants de ce processus et n'ont pas d'intérêts investis dans le projet.

1.1 Zone de l'étude

Le Projet de l'or du Yaours Gold Project (YGP) en cours d'investigation par AMARA est considéré comme un projet de friches industrielles, avec un volume d'exploration significatif réalisé avec leurs impacts associés résultants, tandis que effet de l'exploitation minière artisanale, de la culture sur brûlis, de l'agriculture commerciale et de certaines activités agricoles de subsistance ont eu un impact significatif sur l'environnement naturel au cours des 60 à 80 dernières années.

Ces activités ont eu un effet sur les services de l'écosystème et le potentiel des terres dans la zone, tandis que la modification de l'utilisation des terres a contribué à l'économie sociale et au bien-être de la population.

De plus, certaines exploitations minières en cours et historiques (commerciales et artisanales) et leurs activités associées sont évidentes dans la zone de l'étude. Ces activités ont eu un impact négatif significatif sur les ressources du sol, la capacité agronomique et la santé des cours d'eau et des rivières, avec des effets sur ces développements et activités notés pendant les études sur le terrain.

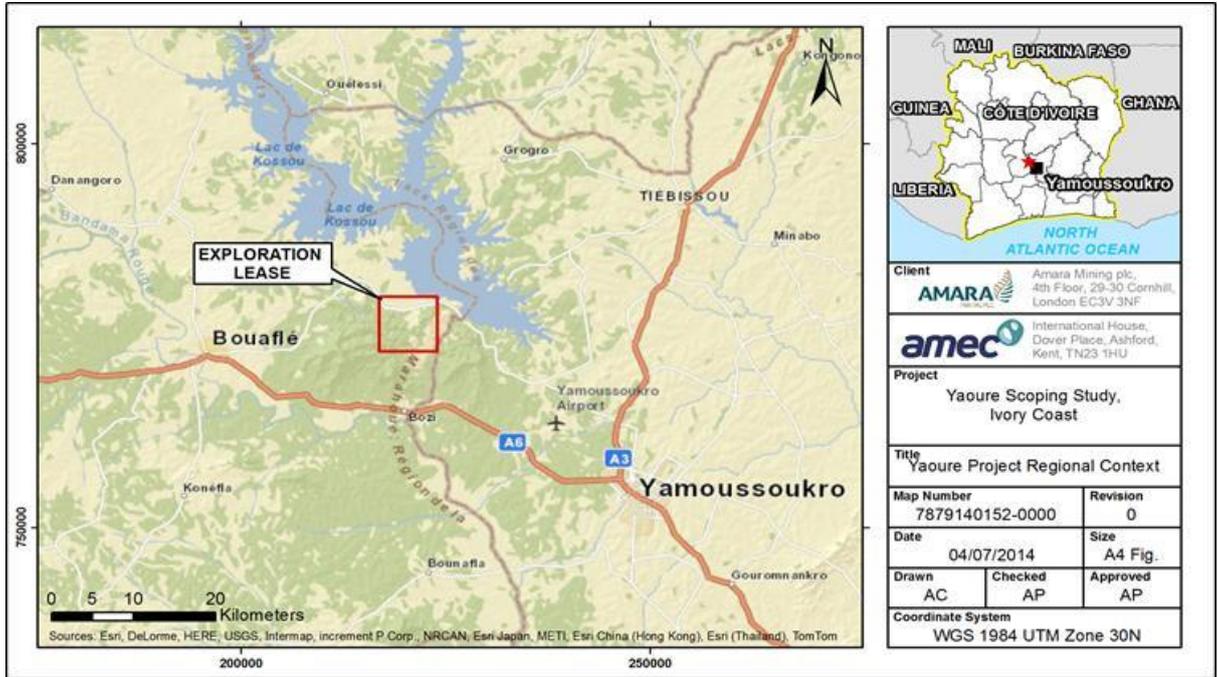
L'érosion et le tassement ont des impacts sur la ressource du sol et le potentiel des terres, ainsi qu'en affectant les cours d'eaux et les rivières avec une charge sédimentaire significative. La zone concernée par ces activités est relativement étendue et est considérée comme significative en termes d'écologie et de biodiversité de la région.

La région en question (Projet Yaours) est située dans la partie centrale sud de la Côte d'Ivoire à environ 250 km au nord-ouest d'Abidjan, et comprend de vastes zones d'exploitation minière artisanale et de mines à ciel ouvert ainsi qu'une installation historique de valorisation et l'infrastructure associée (voir **Figure 1.2**).

Il est à noter que cette étude d'état des lieux tient compte des aspects du permis d'exploration interne et de la zone d'emprise alternative pour le TMF juste à l'extérieur de la zone du permis, tout en évaluant et considérant également le potentiel des influences hors site qui pourraient être ressenties en aval et sous le vent de la zone si l'érosion et le couvert du sol ne sont pas gérés correctement.

L'influence de l'érosion par le vent et l'eau pourrait affecter les cours d'eau et le terrain sous le vent/en aval si du sol s'échappe du système. (Ligne verte – **Figure 1.2**).

Figure 1.1: Plan de localité (Description du projet – ESIA)



1.2 Description du projet

Amara est en cours de dépôt d'une demande de permis d'exploitation minière pour le projet. Le procédé proposé consiste en l'extraction de l'or par exploitation à ciel ouvert en utilisant le système d'extraction par camion et tractopelle. La valorisation de l'or sera réalisée sur site avec un déversement de déchets significatif de roches dégradées et de résidus miniers générés comme sous-produits du process.

En plus de l'extension de la structure à ciel ouvert existante qui est prévue à l'ouest de l'exploitation à ciel ouvert existante, un certain nombre d'ajouts à l'infrastructure de soutien seront nécessaires pour gérer les volumes supplémentaires de minerai qui devront être traités ainsi que pour faire face aux flux de déchets supplémentaires (roche dégradée, résidus miniers et eau usée).

L'exploitation minière va nécessiter un système de voies de convoyage et de routes d'accès à gauche du puits pour les travaux de valorisation et l'infrastructure de soutien qui verra les résidus miniers acheminés vers le TMF (site de gestion des résidus), tandis que l'eau en excès sera renvoyée à l'installation/usine de traitement avec les roches dégradées convoyées par camion jusqu'à WRD1 et WRD2.

De plus, il y aura un campement de sous-traitants, des quartiers de personnel avec un village structuré, des bâtiments administratifs, des bureaux, des ateliers, et un certain nombre de zones d'entassement pour le minerai tout venant (RoM) ainsi que des stockages pour le sol et les matériaux de surcharge mous qui devront être situés près du lieu de réutilisation pour le clôture et la remise en état (**Figure 1.3** – Plan de la mine).

Figure 1.2: Zones du permis (Termes de référence)

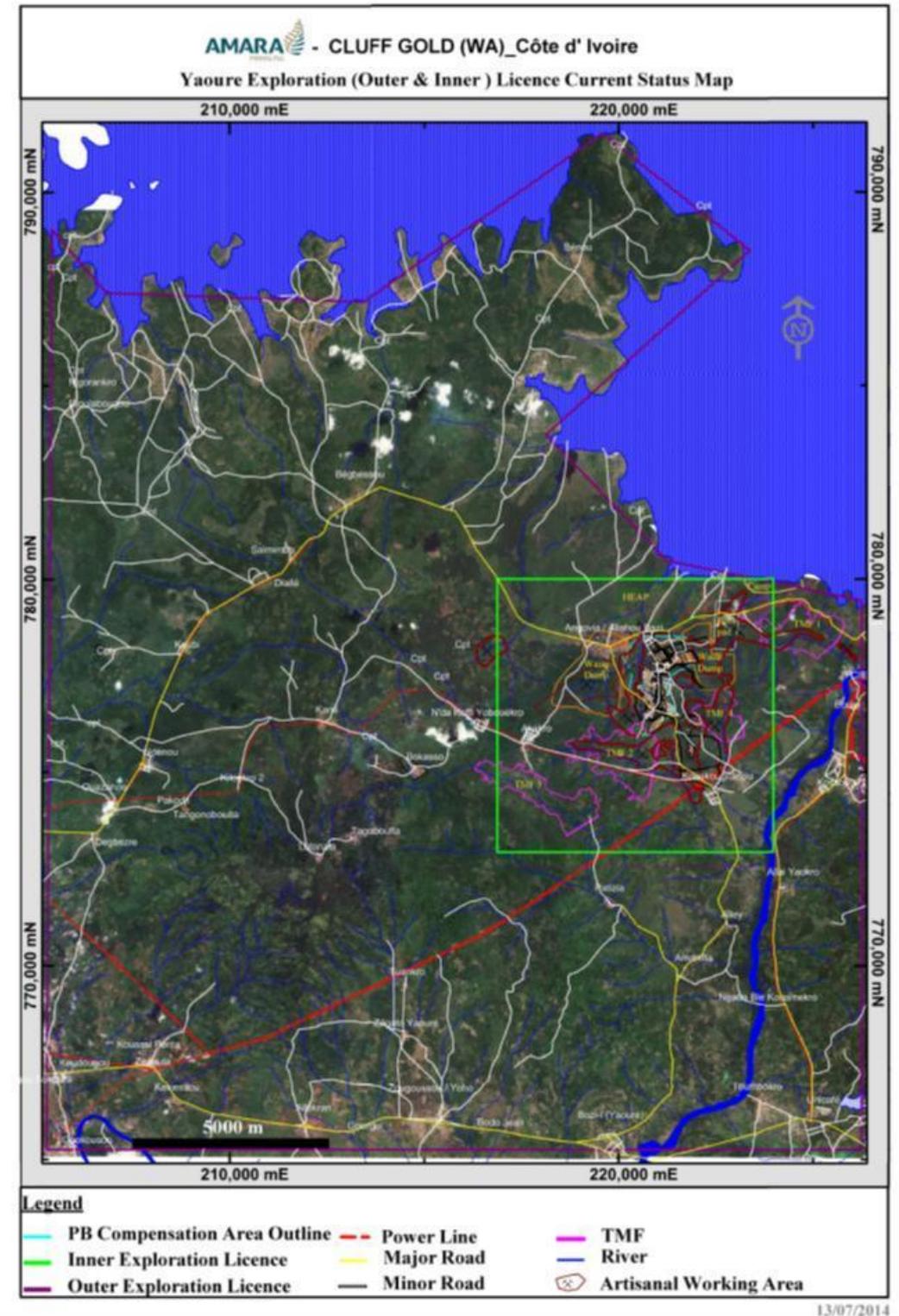
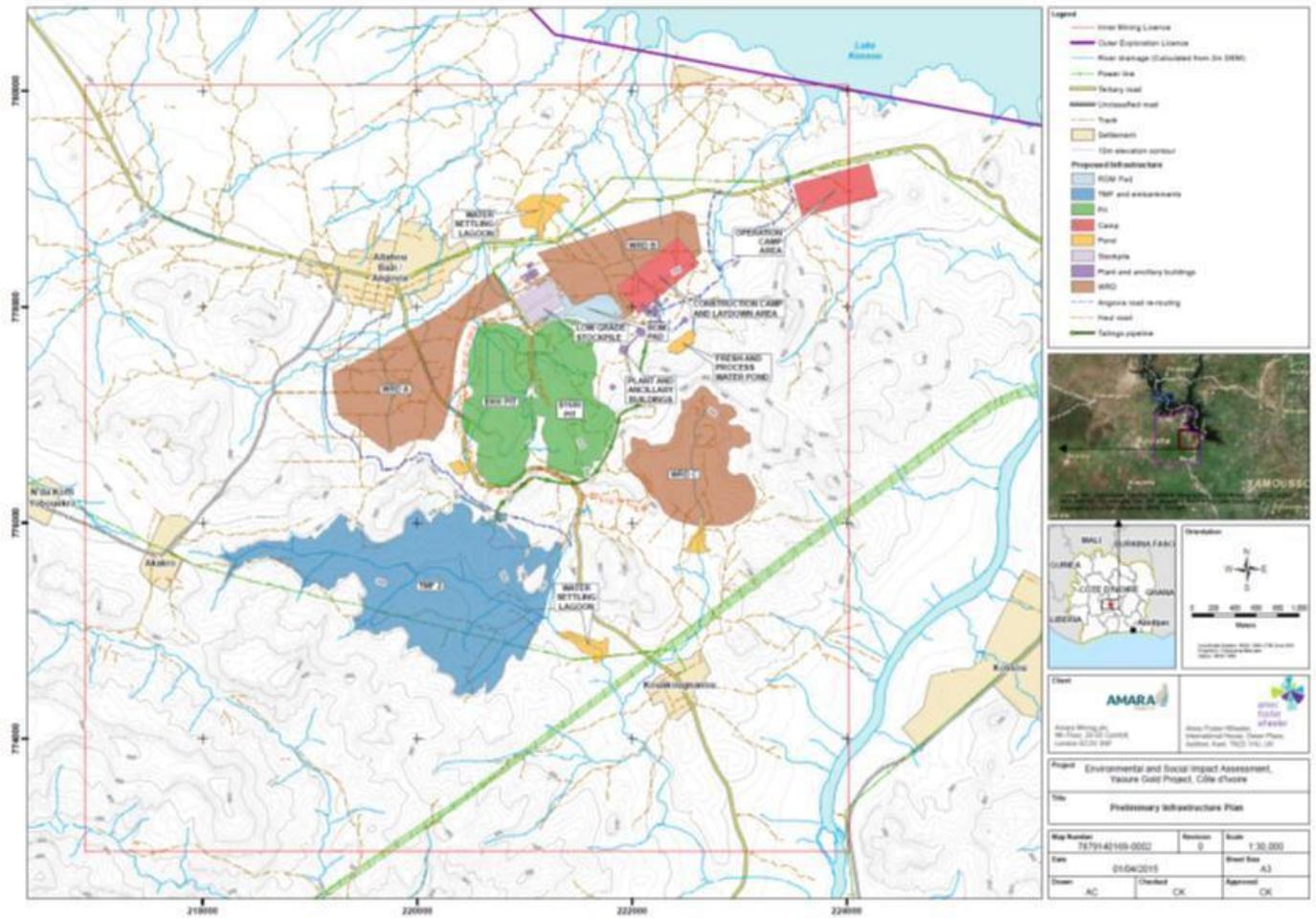


Figure 1.3 : Plan d'infrastructure préliminaire (avril 2015 - ESIA)



L'exploitation minière à ciel ouvert va entraîner l'entassement de sols et de quantités/volumes significatifs de surcharge molle si ces matériaux doivent être utilisés à leur potentiel maximum.

L'exploitation minière proposée et ses activités associées auront pour résultat un certain nombre de modifications et d'impacts négatifs potentiels sur l'environnement global en raison des perturbations des caractéristiques de la surface. Ces impacts doivent être gérés et minimisés dans la mesure du possible. Il s'agit notamment des sols, qui à leur tour ont un effet sur la capacité arable et sa fonctionnalité.

1.3 Étude de l'utilisation du sol et du terrain

Pour essayer de quantifier les impacts potentiels qui pourraient en découler, et afin de développer rationnellement un plan de gestion qui pourrait atténuer les effets des activités projetées, il était impératif que les aspects pré-développement et les conditions initiales soient compris et documentés.

La couverture relative proposée pour les sols, la capacité arable et les études d'état des lieux de la capacité arable ont été conçues pour obtenir des informations scientifiques suffisantes pour qu'une série d'informations statistiquement fiables soit disponible, et pour que les informations puissent être utilisées pour l'évaluation des impacts et la conception d'un plan de gestion rationnel pour l'atténuation et la minimisation.

Ces études ne sont **pas** destinées à, et ne doivent pas être utilisées pour des concepts d'ingénierie autres que le décapage du sol et la planification de réhabilitation, les considérations ou la relocalisation des populations et leurs activités, et l'évaluation du site pour la relocalisation. Des évaluations géotechniques détaillées supplémentaires sont nécessaires pour la fourniture et l'utilisation des matériaux sont essentielles pour les applications d'ingénierie tandis qu'une intervention d'agronomie sera nécessaire pour le choix des récoltes et l'utilisation des terres.

L'un des résultats les plus importants de l'exercice de caractérisation et de classification des sols a été la délimitation et la caractérisation des sols dominants et l'évaluation de la sensibilité des sols en termes des activités proposées. La classification des sols avec des propriétés physiques et chimiques similaires est considérée comme importante lorsque de grandes zones/emprises de terrain doivent être gérées dans le cadre du développement.

De petites quantités/poches de matériau ne peuvent être gérées séparément lors de l'utilisation de grand équipements de déplacement de terre, et il est donc important que les sols soient groupés en groupes dominants qui peuvent être gérés de manière similaire.

Ces aspects sont considérés comme des outils et des systèmes rationnels qui peuvent être utilisés pour identifier les zones qui nécessiteront des interventions surajoutées et ou une considération en termes d'exigences légales et ou d'autorisation.

Les effets d'un projet d'exploitation minière sur les nappes d'eau et les développements agricoles nécessitent que l'humidité du sol et le potentiel agricole des sols soient évalués avec l'IFC PS, 2012 faisant spécifiquement référence au besoin de gestion de l'érosion et de la charge sédimentaire.

En plus de la classification des sols similaires, les informations obtenues à partir des études de référence sont utilisées pour déterminer et cataloguer le degré de « sensibilité » des matériaux dont la perturbation est prévue. Ces résultats ont été utilisés pour mesurer la signification relative de l'impact.

Ce rapport a été établi conformément au Guideline Document for Impact Assessment philosophy and Significance Rating System (Hacking et al., 2008), et à l'IFC PS, 2012 comme la base des meilleures pratiques.

1.4 Objectif de l'étude

Ce rapport détaille les conclusions des investigations sur l'état du sol, son utilisation, et le potentiel des terres en vue de l'exploitation minière et de la valorisation de la ressource aurifère proposées associées au projet de mine d'or de Yaoure, un développement détenu et géré par Amara Mining PLC (AMARA).

Toute exploitation minière et valorisation de l'or entraînera des sous-produits et des déchets (résidus miniers, roche dégradée, eau polluée, poussière, etc.). Ils devront être gérés dans le cadre de la planification de l'impact et de la gestion.

Cette étude de spécialistes est un élément d'un ESIA plus vaste, avec apport à l'état initial, évaluation de l'impact et planification de la gestion et exigences en matière de surveillance, et vise à obtenir de manière plus rationnelle un plan de fonctionnement durable pour le projet.

L'extraction à ciel ouvert et le traitement ultérieur du minerai, notamment les installations de gestion des déchets (décharges de déchets rocheux, installations pour résidus de mine), les routes et les infrastructures seront en surface, et auront donc un impact sur les caractéristiques de la surface (sols, eau, etc.), qui à leur tour impacteront les services de l'écosystème, le potentiel des terres et l'utilisation des terres.

La durabilité de tout projet nécessite non seulement l'obtention d'un profit en termes de ressource extraite, mais qu'il y ait un retour sur investissement suffisant pour que la réhabilitation de l'environnement soit possible à la fin de l'exploitation. Le plan d'utilisation du sol a été conçu pour y parvenir en termes d'utilisation du sol et des terres et des aspects de potentiel des terres de ce projet.

Mis à part les aspects légaux environnementaux qui ne seront pas traités, il est important que la perte potentielle d'une ressource importante (utilisation du sol et des terres) soit comprise en termes d'équation de durabilité, de services de l'écosystème et du concept de « pas de perte nette ».

La cartographie initiale et la caractérisation des sols ont constitué à l'établissement d'une base à partir de laquelle l'impact et les effets sur le potentiel des terres et l'utilisation des terres ont été mesurés.

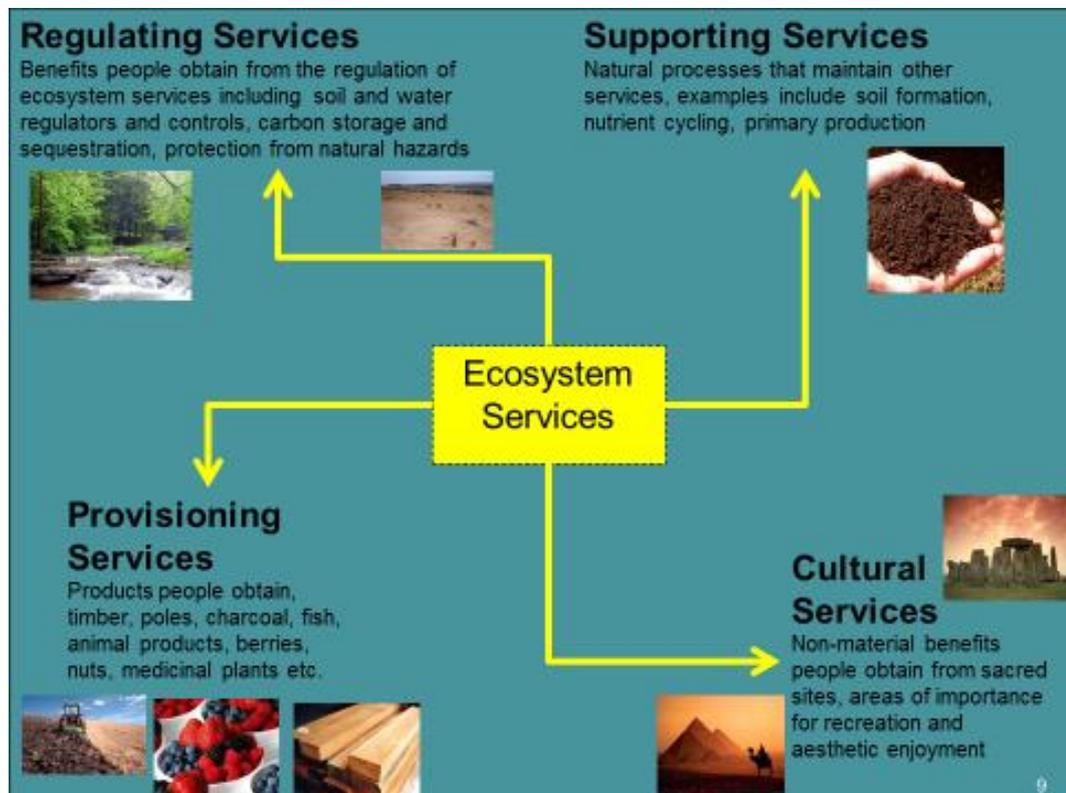
À partir des résultats de l'évaluation d'impact, le plan de gestion spécifique du site et les mesures de minimisation pour les sols ont été définies et détaillées.

Ils comprenaient la définition des mesures de minimisation requises pour réduire l'intensité et la probabilité de l'impact produit. Il est nécessaire de s'assurer que la minimisation prescriptive proposée est claire, spécifique du site et pratique.

De plus, et dans le cadre du plan de gestion pratique, un système complet de surveillance a été proposé et présenté.

Les potentiels des sols et des terres sont deux des disciplines de spécialistes qui ont pris en compte les aspects importants de l'environnement physique, des services de l'écosystème (SE), tous étant affectés par les activités proposées. Il est de la responsabilité de tous les développeurs (critère de performance IFC 6 de 2012) d'évaluer les services que procure l'environnement naturel (écosystème) aux populations et à la planète.

Ces services sont appelés « **Services de l'écosystème** » et sont divisés en quatre services (Compléments des directives IES, RU).



L'étude prévoit également des dispositions pour l'évaluation du projet au niveau de l'utilisation des terres. Une étude séparée de l'utilisation des terres a été entreprise par un spécialiste local sous la supervision d'Amec Foster Wheeler et d'ESS dont les résultats, l'évaluation de l'impact et les exigences de gestion sont incorporés dans ce rapport. Ces résultats sont pris en compte en même temps que les sols, un « service d'aide » dans l'évaluation de l'impact des activités d'extraction minière sur la population et la planète. Les écosystèmes (ES) classés « élevés » et d'une importance critique doivent être gérés et des mesures d'atténuation doivent être mises en place dans une optique de pérennité environnementale. L'évaluation de la valeur de l'ES dépend des études socio-économiques. Les potentiels du sol et des terres sont cependant considérés comme ayant une valeur hautement critique dans la chaîne de valeur et nécessitent donc un plan d'utilisation et de gestion dans le cadre de l'ESIA.

Il est important dans la planification de tout nouveau développement que les impacts soient compris avant l'initiation de la conception du projet et/ou de sa mise en œuvre. Les aspects environnementaux sont des éléments d'information qui sont nécessaires à la prise de décision, avec une compréhension de la manière dont le potentiel des sols, des terres et l'utilisation des terres seront affectés étant simplement une partie de l'équation globale de durabilité qui doit être équilibrée.

Figure 1.1 (Plan régional de localité) montre la situation générale et l'étendue du développement proposé qui est planifié et l'étendue de la zone minière précise, tandis que la **Figure 1.2** (Zones du permis d'exploitation minière) et la **Figure 1.3** (Plan de la mine et présentation du projet) montre la zone du permis d'exploitation minière et la présentation/le plan de la mine, respectivement.

Les résultats du potentiel des sols et des terres ont été discutés en termes de « sensibilité du site », tandis que la cartographie des sols a été simplifiée sur la base des formes de sols dominantes et de leur potentiel des terres associé.

De cette manière, la durabilité du projet peut être mesurée en termes d'impacts et de minimisation associée, avec les zones sensibles étant gérées avant les éventuels impacts du développement.

En fonction des informations disponibles (plan de la mine) les études des spécialistes de reconnaissance d'état initial pour le potentiel des sols et des terres ont été achevées pour le développement proposé. Tandis que les résultats de l'étude d'utilisation des terres ont été fournis par 2D Consulting Afrique et les impacts potentiels du Projet sur l'utilisation des terres ont été évalués et inclus dans ce rapport.

Les résultats initiaux ont été utilisés pour évaluer et classer les impacts qui peuvent être attendus, et le plan de gestion pour la minimisation est basé sur les activités prévues dans le cadre du plan de développement et sur les conclusions de l'étude d'impact.

Un plan complet d'utilisation des sols est prévu dans le cadre de la planification de la gestion environnementale et décrit la manière dont les sols devraient être gérés si les impacts doivent être minimisés.

Il est entendu que l'extraction minière de l'or et les activités associées proposées pour ce projet vont définitivement modifier le potentiel actuel des terres et l'utilisation des terres avec une forte probabilité de perte de ressources et des services de l'écosystème à partir du système général.

Les activités auront potentiellement un impact négatif modéré à élevé sur les ressources naturelles pendant une période de temps significative, et les utilisations actuelles des terres (sols) et les potentiels de terres seront définitivement impactés et altérés.

Ces activités seront confrontées au concept de « pas de perte nette ».

1.5 Résultats obtenus au bureau d'étude

1.5.1 Études précédentes

Une étude précédente de l'utilisation du sol et des terres et du potentiel des terres effectuée dans la zone en question en 2007 dans le cadre d'un ESIA pour Cluff Gold a été mise à la disposition de l'équipe de spécialistes.

Le rapport des spécialistes du sol a été traduit électroniquement en utilisant « l'application google » avec un certain succès, tandis que la cartographie géologique du modèle de terrain, les informations géomorphologiques générales et la carte d'utilisation initiale des terres ont toutes été assimilées et utilisées dans le cadre de l'état des lieux.

L'étude de sol 2007 recouvrait une zone significative au sein du permis d'exploitation minière, avec le village d'Angovia formant la principale agglomération dans la zone d'intérêt. L'extraction minière artisanale et l'exploitation de l'or ont été continues aussi bien par des petites entreprises commerciales que par un grand nombre de mineurs artisanaux depuis environ un siècle.

L'étude a été réalisée à une échelle de 1:50 000ème à la demande de CECAF International et pour le compte de SGS dans le cadre de l'ESIA plus large requis pour l'exploitation des minéraux.

Les principaux résultats de cette étude concernent le potentiel des formes de sols et de terres à soutenir l'agriculture, une mesure du potentiel de la terre où la zone concernée est largement sous-divisée en groupes selon une approche similaire à celle de la dernière étude.

Les groupes sont composés en fonction de la géomorphologie en association avec les sols. Les conclusions de l'étude sont :

- Les profils altérés ont normalement une grande profondeur, à l'exception des cas où la couche ferricrète forme une surface latéritique dure ou se situe près de la surface ;
- La zone d'enracinement a généralement une profondeur de 300 mm à 1200 mm ;

- Les sols moins profonds alliés à des proportions significatives d'inclusions angulaires à sous-angulaires contiennent des matières allant du gros gravier à des cailloux. Ces sols sont principalement classifiés comme des limons d'argile sablonneux et prédominants dans les secteurs sud et sud-est.
- Les sols plus profonds disposent de bonnes capacités de rétention de l'eau, une texture d'argile sablonneuse et une structure d'élément pédique ou de grumelle, ils sont relativement bien drainés et considérés comme potentiellement bien à modérément arables ;
- De grandes surfaces de structures de radeau/plate-forme associées à des couches denses de ferricretes (lithologies riches en fer) ont été cartographiées avec une profondeur d'enracinement peu à très peu profonde et/ou un affleurement ; Et
- les types de surfaces ont été prises en compte et incluses dans l'arpentage 2015.

La cartographie a été incluse en guise de référence à l'étude, et la cartographie a été utilisée comme valeur de référence de la présente étude. (Reportez-vous à **Figure 3.232** – Carte de l'étude du sol 2007).

Les informations de l'étude du sol 2007 ont été exploitées comme valeurs de référence pour la présente étude du sol. L'étude de 2007 incluait un nombre important d'observations réalisées et décrites dans le contexte de cette étude. Les profils de puits et descriptions de sol pour toute la zone ont été tracés et utilisés judicieusement comme plan de base pour cette étude. Vu que la géomorphologie était prise en compte, et le modèle du terrain avait été assimilé aux données du sol, il était possible d'obtenir une idée adéquate de la distribution du sol à travers la zone étudiée, et une interpolation des motifs de sol était possible.

La géologie régionale dans la zone du Projet (SRK, 2008) est composée d'une série de couches de pierre verte archéennes, birimiennes séparées par des couches de migmatites et granites plus anciennes. Le dépôt d'Angovia même se situe au sein de l'une des couches de pierre verte birimiennes et est comprise dans l'unité de Yaoure, composée de séries mafiques et métavolcaniques, intrusions felsiques et conglomérés mineurs en association avec des intrusions calco-alcalines et ultramafiques, toutes orientées vers le nord-nord-est.

La géologie de la zone de dépôt de Yaoure est relativement simple. La plus grande partie de la zone du Projet repose sur des volcanites mafiques principalement massifs, sous forme de basalt coussiné.

La partie au nord de la zone a une intrusion massive de granodiorite avec une texture porphyritique subtile. Ailleurs, essentiellement en association avec la zone Yaoure principale, il existe de nombreux seuils porphyriques. Une unité volcanoclastique, en grande partie d'origine épicyclastique, est située près du contact du granodiorite au nord.

L'intrusion de granodiorite au nord n'est pas minéralisée, tandis que celle du puits de Yaoure contient des veines de quartz, très bien minéralisées.

La minéralisation à Yaoure est contenue dans deux paquets de trempage à faible profondeur (<30 degrés) à teneur en or orientés nord-sud contrôlés par une zone épaisse de cisaillement ductile fragile. Le paquet central de Yaoure est une zone minéralisée de moindre qualité d'une épaisseur de 200 mètres avec des lentilles de meilleure qualité et de veines de quartz verticales transversales de bonne qualité. Le paquet CMA se distingue plus avec une zone relativement continue d'une épaisseur de 20 mètres, environ 140 mètres au-dessus du corps central de Yaoure.

L'unité de Yaoure forme un synclinal de métavolcaniques et sédiments basiques recouvert par des rochers volcaniques plus acides (SRK 2008). Les roches tholéitiques composées de chert, disséminations et petites veines de pyrite, pyrrhotite, chlorite, d'épidote, de tourmaline et carbonates ont dû se former suite à une altération hydrothermale. Les rochers acides superposés à la roche volcano-sédimentaire représentent probablement des courants pyroclastiques et pyroclastiques acides.

Tous les rochers précités ont des intrusions de roches plutoniques ultra-basiques et de roches calco-alcalines volcano-plutoniques acides intermédiaires, et sur l'ensemble repose le conglomérat polygénique de Benou.

Ces roches sont déformées par une série de zones de cisaillement orientées est-ouest et présentent des intrusions de veines de quartz grisâtres associées.

Les profils d'altération latéritiques primaires et secondaires se sont également développés dans la zone surplombant le congloméré. La minéralisation d'or même semble être localisée en premier lieu dans les zones d'altérations contrôlées des roches volcaniques intermédiaires.

Le rapport préliminaire d'évaluation de 2014 (Preliminary Economic Assessment Report - PEA) spécifie qu'il existe une faille régionale majeure orientée NE traversant le puits central de Yaoure. Les mouvements le long de cette faille ont engendré deux failles additionnelles orientées NNE-SSO avec des ramifications dans les dépôts d'or de Yaoure (voyez la **Figure 1.4**). certaines structures géologiques additionnelles ont été identifiées par Steenkamp en 2012. Les structures peuvent, potentiellement agir comme des voies pour l'eau souterraine, et mener à des fuites dans le puits ou le transport de polluants potentiels dans les ressources d'eau souterraines. Elles peuvent également jouer un rôle comme barrière de rétention. Les liens potentiels entre les structures et les ressources de l'eau de surface devront encore être examinés dans le cadre de l'étude de faisabilité définitive (Definitive Feasibility Study - DFS) et l'investigation hydrogéologique.

Figure 1.4 : Géologie du projet de Yaoure (source : Amara Mining)

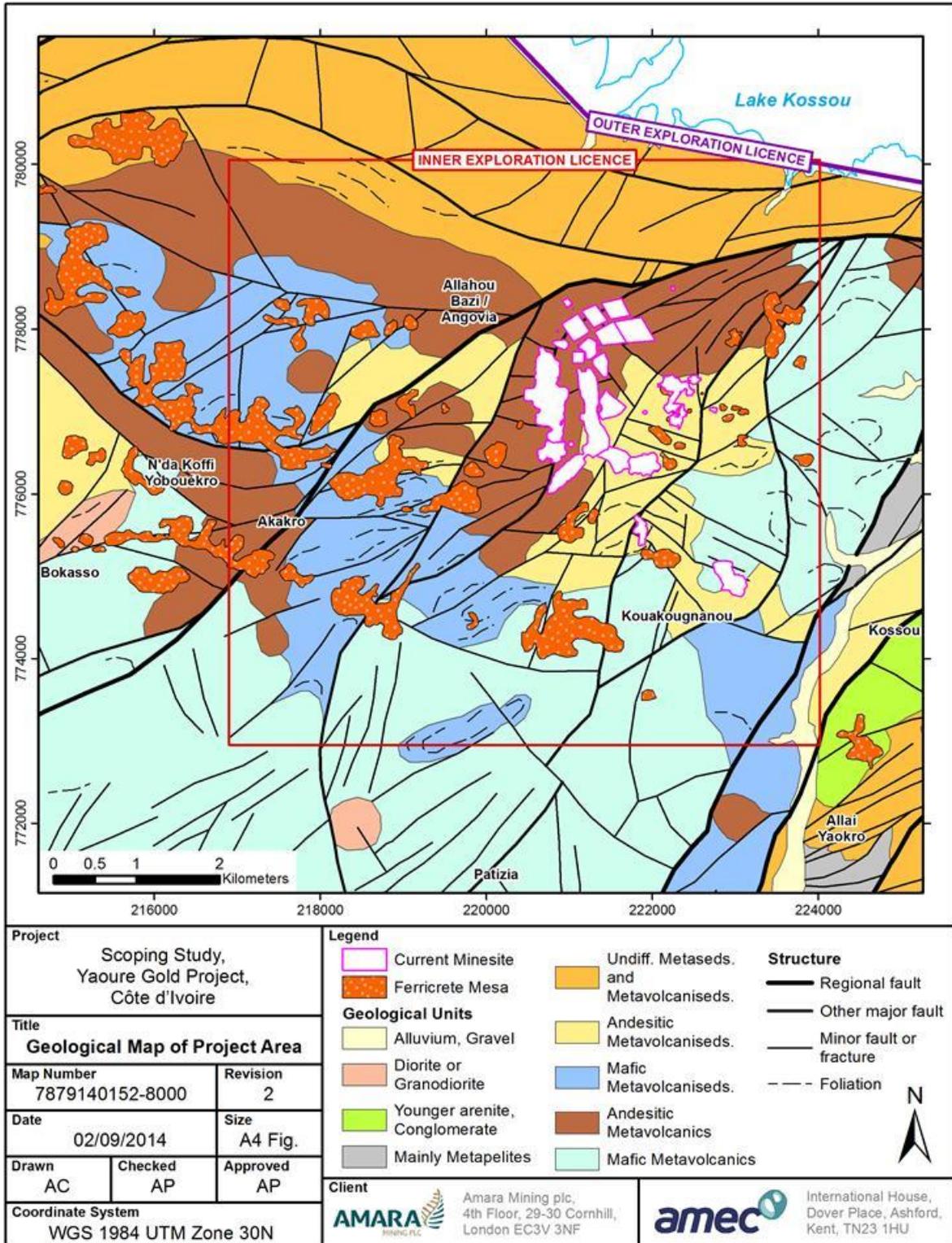
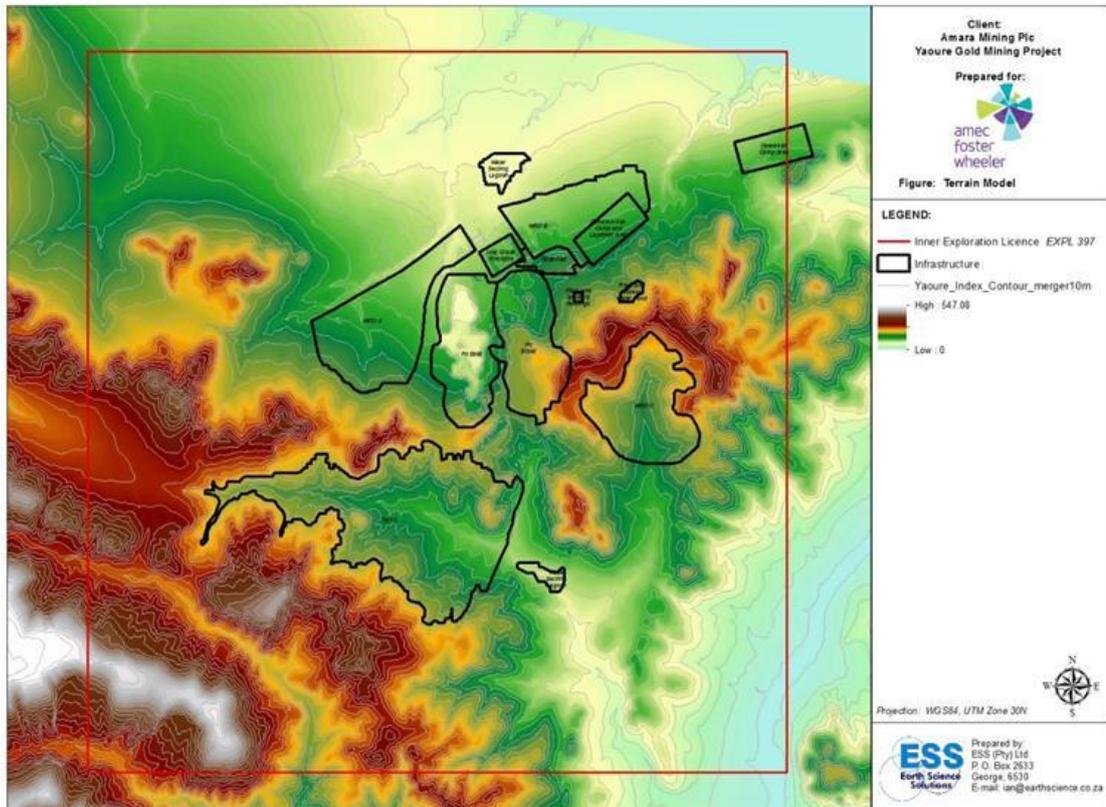


Figure 1.5: Modèle du terrain



1.6 Prescriptions juridiques

Prescriptions juridiques relatives à l'environnement de la Côte d'Ivoire.

Le processus ESIA en Côte d'Ivoire est déterminé par le Code No 96-766 du 3 octobre 1996 et le Décret No. 96-894 de novembre 1996. Selon les termes du Code, la première étape dans le processus ESIA consiste à soumettre un rapport technique à l'ANDE qui contient une description du projet, sur lequel l'ANDE émet un document intitulé Terms of Reference (ToR) pour l'ESIA. Sur la base du ToR développé à l'étape d'orientation et finalement approuvé par l'ANDE, le travail effectif de l'ESIA

La législation environnementale de la Côte d'Ivoire, Acte No 96-766 du 3 octobre 1996 nécessite qu'un processus ESIA soit entrepris par un consultant environnemental qui est approuvé par l'autorité environnementale (ANDE) responsable du processus d'approbation administrative. Dans ce but Amec Foster travaille en association avec 2D Consulting, un cabinet de consultant d'environnement local accrédité en Côte d'Ivoire.

Les articles suivants ont une pertinence directe pour les services de sols et d'écosystèmes associés à la ressource. Ce sont, notamment :

- L'article 35.3 exige la préservation de la diversité biologique ;

- L'article 35.4 exige la prévention de la dégradation des ressources naturelles ainsi que des efforts en faveur d'un développement durable. Les effets irréversibles sur les terres sont à éviter dans la mesure du possible ;
- L'article-35.5 introduit le principe « le pollueur paie » : toute personne physique ou morale dont les actions et/ou activités provoquent ou provoquent vraisemblablement des dommages de l'environnement est passable d'une compensation financière.

Outre ces considérations juridiques directes, les lois nationales citent et protègent également «l'utilisation des terres» ainsi que l'exploitation et la restauration des terres.

La loi no. 98-750 du 23 décembre 1998 sur les terres rurales et l'amendement par la loi no. 2004-412 du 14 août 2004 contiennent des dispositions associées aux droits coutumiers de l'utilisation des terres rurales. Elles définissent les fondements de la politique des terres dans les zones rurales, à savoir (i) la reconnaissance de propriétés rurales coutumières et (ii) le rôle des autorités des villages et communautés rurales dans la gestion des zones rurales et plus particulièrement la reconnaissance des droits coutumiers. Le projet d'or de Yaours est régi par cette loi, étant donné qu'il est réalisé dans un environnement agricole dans les zones rurales où la population possède des droits coutumiers sur les terres.

L'expropriation pour des fins publiques est régie en Côte d'Ivoire par le décret du 25 novembre 1930 stipulant, dans l'article 1 que «l'expropriation à des fins publiques se déroule dans l'Afrique de l'Ouest français après une décision juridique».

La procédure d'expropriation stipule :

- L'intérêt public doit être déterminé légalement par une Déclaration d'intérêt public (DIP) ;
- Tout doit être entrepris pour minimiser l'étendue de l'expropriation ;
- L'expropriation est possible à condition d'être compensée, et la compensation doit avoir lieu avant l'expropriation ;
- La compensation doit être équitable.

Le décret no. 2014-25 du 22 janvier 2014, amendement du décret no. 2013-224 du 22 mars 2013 régulant l'élimination des droits coutumiers sur la terre dans l'intérêt public définit les normes et procédures de compensation pour la perte de revenu des propriétaires des terres. Les types de compensation suivants sont autorisés :

- Compensation en nature ;
- Terre avec et sans équipement ;
- Compensation en espèces ;
- Compensation en nature et en espèces.

Le décret no. 2014-397 du 25 juin 2014 spécifiant la procédure de l'application de la loi no. 2014-138 du 24 mars 2014 sur le code minier fournit une formule permettant de

calculer la compensation pour les terres utilisées pour des activités minières. Elle se base sur des paramètres comme le revenu annuel d'une parcelle et le prix moyen de la terre. Le Ministère de l'agriculture en conjonction avec le Directeur général au développement rural seront impliqués dans la détermination de ces paramètres de calcul.

De plus, comme elles font partie des meilleures pratiques et du potentiel d'une assistance monétaire internationale (prêts), les normes de performance IFC 2012 sont à prendre en compte.

L'IFC a mis au point une série de normes de performance pour assister les développeurs et les clients potentiels lors de l'estimation des risques écologiques et sociaux associés à un projet et à assister le client dans l'identification et la définition de rôles et responsabilités relatives à la gestion des risques.

1.6.1 Exigences internationales et meilleures pratiques

La norme de performance 1 établit l'importance des points suivants :

- Évaluation intégrée afin d'identifier l'impact social et écologique, les risques et opportunités des projets ;
- Engagement effectif de la communauté moyennant la divulgation des informations liées au projet, la consultation des communautés locales concernant les affaires qui les concernent directement ;
- Gestion de la performance sociale et écologique du client, sur toute la durée du projet.

Les normes de performance 2 à 8 établissent les exigences à éviter, réduire, atténuer ou compenser en ce qui concerne l'impact sur les personnes et l'environnement et pour l'amélioration des conditions si approprié.

Tandis que tous les risques sociaux et écologiques, et tous les impacts potentiels doivent être considérés comme faisant partie de l'évaluation, les normes de performance 2 à 8 fournissent une description de l'impact social et écologique potentiel demandant une attention particulière sur les marchés émergents. Quand des impacts sociaux ou écologiques sont anticipés, le client devra les gérer par le biais de son système de gestion sociale et écologique en conformité avec la norme de performance 1.

Pour ce rapport, les points suivants ont une importance :

- Exigences relatives à la collecte des données de référence adéquates ;
- Exigences relatives à une évaluation de l'impact/du risque ;
- Exigences relatives à un programme de gestion ;
- Exigences relatives à un programme de surveillance ; et, plus important encore :
- Application des normes pertinentes (du pays d'accueil ou autre).

Par rapport à l'application des normes pertinentes (du pays d'accueil ou autre), il n'existe pas de lignes directrices quantitatives relatives aux sols t/ou à l'utilisation/le potentiel des terres, localement ou selon les directives de la Banque Mondiale ou des directives concernant la santé et la sécurité de l'environnement de l'IFC.

Le plan doit inclure des mesures adaptées à la situation permettant d'intercepter, différer ou réduire autrement l'écoulement des eaux de tempête des surfaces de sols exposées, barrages de résidus et déchetteries de roches.

Les sponsors des projets sont invités à intégrer des mesures végétatives et non végétatives de stabilisation du sol dans le plan de contrôle de l'érosion.

Les structures de contrôle des sédiments (par exemple des bassins de détention/rétention) doivent être installées pour gérer l'écoulement des surfaces avant l'évacuation dans les corps d'eau de surface. Toutes les installations de contrôle de l'érosion et de retenue des sédiments doivent être maintenues correctement durant la totalité de leur cycle de vie.

Cette maintenance doit faire partie des plans de gestion à développer à un moment ultérieur du cycle du projet.

1.7 Structure de rapportage

Ce rapport spécialisé prend en compte les sols, le potentiel des terres et l'utilisation des terres pour la zone concernée par l'étude comme délimitée et a investigué les conditions antérieures au développement de la zone des friches industrielles en tant que base de l'évaluation de l'impact.

À l'aide de ces informations de référence et l'étude antérieure des sols ainsi que le Rapport sur l'utilisation des terres 2015 (voir l'Appendice 3), en association avec le modèle du terrain, la cartographie géologique, la description géomorphologique et du projet mis à disposition par client, les impacts ont été évalués selon leur importance en fonction des activités proposées pour le projet.

Sur la base des résultats de l'ESIA, un nombre de mesures de gestion a été prévu dans le contexte de la stratégie d'utilisation des sols afin de minimiser et, dans la mesure du possible, d'atténuer les impacts.

2.0 METHODOLOGIE

2.1 Contexte physiographique

L'étude du sol et des potentiels des terres a été conçue comme la base pour la caractérisation et la classification des différentes formes de sols et du potentiel des terres, et toutes peuvent potentiellement être affectées par les activités proposées. Ces normes se basent sur une série de principes spécifiques détaillés dans «Taxonomic Soil Classification» (Mac Vicar et al 1991) et les systèmes de répertorisation des terres au Canada, compatibles avec les normes internationales et conformes aux exigences IFC PS, 2012 ainsi qu'aux normes de la Banque Mondiale. L'étude d'utilisation des terres (2D Consulting Afrique) est basée sur l'imagerie satellite GeoEyes (04/01/2014) et les logiciels ENVI 4.8 et ArcGIS 10.1.

Les propriétés physiques et chimiques des matériaux, le climat, la rugosité des terres, les pentes topographiques et la géomorphologie générale du site sont utilisés pour caractériser et mettre en évidence les sensibilités spécifiques du site qui sont ensuite combinées pour une évaluation des groupes de sols dominants et le potentiel des terres.

Ces groupes ont des caractéristiques similaires pour lesquelles un ensemble d'impacts spécifiques sont connus, et pour lesquelles les mêmes mesures de minimisation et de gestion s'appliquent pour toute activité donnée. Ils ont une utilité pour le développeur dans la prise de décisions et la gestion, tandis que les personnes impliquées et/ou les parties et utilisateurs des terres concernés et intéressés (autorités publiques) peuvent prendre des décisions bien fondées et étayées scientifiquement relatives à la durabilité du projet en matière de ces aspects spécialisés (sols, potentiel et utilisation des terres).

Pour une meilleure compréhension et information de ces études sur la manière dont le potentiel d'un sol ou de terres est sensible ou vulnérable, il était essentiel que le système utilisé soit capable d'établir et de mesurer de manière reproductible les aspects et les déterminants qui contribuent à ce qu'un matériau soit robuste ou non.

Les systèmes de classification et d'évaluation fournissent les bases et les connaissances scientifiques nécessaires pour évaluer et mesurer la sensibilité ou la vulnérabilité relatives des matériaux aux différentes interventions qui sont proposées.

Les propriétés physico-chimiques du sol et la façon dont il réagit aux éléments (vent, eau, érosion, chaleur, réaction chimique etc.), la sensibilité à la suppression de la couverture végétale, ou sa vulnérabilité à la perturbation de la terre végétale, et la réaction des matériaux aux apports chimiques (facilité de solubilisation), sont tous les aspects qui ont été évalués en mesurant la sensibilité et finalement la vulnérabilité au développement.

2.2 Période concernée par l'étude et étendue de la zone

Au début, les études de référence sont nécessaires comme un enregistrement de l'environnement pré-développement des friches industrielles actuelles. Ces résultats sont utiles pour les alternatives et l'évaluation de faisabilité, mais ne doivent pas être utilisées pour la conception ingénierie détaillée. Il est également important que les résultats de cette étude permettent de gérer et si possible élucider les questions relatives aux problématiques et préoccupations en matière d'utilisation et de potentiel des terres que le public a pu soulever (IAP).

La zone de l'étude (délimitée par le client – janvier 2015) a été examinée en février et mars 2015 (du 22 février 2015 au 1er mars 2015) par le biais d'une étude des sols antérieure (2007) ainsi que des informations géographiques associées (géologie et géomorphologie – ESIA 2015) comme base d'interprétation des informations. Ces informations ont été complétées par une étude de reconnaissance (2015) centrée plus spécialement sur les problèmes des terres humides et formes de terres sensibles dans le domaine des recherches.

Le niveau d'étude et l'intensité (variance spatiale) des observations effectuées a été guidé par un certain nombre de variables pratiques. Ce sont, entre autres, le niveau des informations existantes (géologie, géomorphologie et modélisation du terrain) disponibles pour le site, la distribution spatiale des informations disponibles et la connaissance du développement proposé (plan minier) ainsi que les actions/activités prévues. Ces aspects sont encore complétés par la sensibilité relative des matériaux (humidité, etc.) ainsi que leur distribution spatiale en relation avec le développement proposé des infrastructures.

En plus des observations additionnelles, une sélection représentative d'échantillons des formes de sol a été prise et analysée afin de déterminer leurs attributs chimiques et physiques.

La cartographie du sol a été réalisée sur une base orthophotographique à une échelle 1:20 000 (reportez-vous à la Figure 33 – Sols prédominants) (imagerie LiDAR).

2.3 Méthodologie de prise d'échantillons

Lors de l'étude, des procédures de cartographie et un équipement de terrain standardisés ont été utilisés, et les profils de sols ont été explorés à l'aide d'une foreuse manuelle, et toutes les expositions naturelles (puits et passages de routes) et échantillons de sol (0.2 kg) ont été présentés pour analyse. Le système de profilage et la compilation des échantillons sont décrits plus loin, dans la section sur la méthodologie de l'étude.

Le travail sur le terrain consistait en cinq jours sur le site pour l'examen des profils de sols et des observations des écarts extrêmes des sols. Les informations pertinentes relatives au climat, à la géologie, l'humidité du sol et la morphologie du terrain ont également été prises en compte et utilisées en conjonction avec la classification des sols, alors que de nombreuses expositions créées par l'exploitation minière artisanale

et le défrichement pour les activités agricoles ont contribué à la cartographie du sol. Les variations de la végétation naturelle, bien que très dense et pratiquement impénétrable pour la plupart ont été utilisées afin de contribuer à un placement plus exact des changements de la forme du sol.

La zone de l'étude fut initialement évaluée au bureau à l'aide de l'imagerie aérienne et d'une vaste grille permettant de délimiter et d'assimiler les repères d'informations. Ces informations ont ensuite été utilisées comme base d'évaluation du site. Des routes et des pistes ont été utilisées pour accéder au site, en observant et notant des changements manifestes des lithologies ou des couleurs de sol. Il était nécessaire d'explorer les informations dans les zones impossibles à cartographier au sol afin de compiler les données.

L'étude pédologique devait examiner/documenter et classifier les sols dans les zones alternatives avec une perturbation potentielle, avec un accent spécifique sur l'index de l'humidité du sol et la sensibilité relative des matériaux humides à une perturbation.

Les informations, la topographie et autres données importantes du terrain ont également été répertoriées afin d'identifier et de classifier la zone en termes de :

- Les types de sols perturbés/réhabilités ;
- Les propriétés physiques et chimiques du sol ;
- La profondeur du sol ;
- L'érodabilité des sols ;
- Le potentiel d'utilisation du sol avant construction ;
- Statut des substances nutritives du sol.

L'identification et la classification des profils du sol ont été réalisées à l'aide du *Taxonomic Soil Classification System (Mac Vicar et al, 2ème édition 1991)*¹.

La classification taxonomique du sol est un système simple utilisant deux catégories principales : un niveau supérieur ou général contenant les types de sols et un niveau inférieur, plus spécifique contenant les familles de sols.

Chaque type de sol de la classification constitue une classe au niveau supérieur définie par une séquence verticale unique d'horizons et de matériaux diagnostiques.

Tous les types de sols sont sous-divisés en deux familles ou plus qui ont en commun les propriétés du type, mais ne sont pas différenciées au sein du type en raison de leurs propriétés définies.

De cette manière, une identification standardisée du sol et sa communication deviennent possibles grâce à l'utilisation de noms et chiffres attribués au type et la famille.

La procédure appliquée au terrain lors de la classification des profils de sol est la suivante :

- i. Démarcation des horizons maîtres ;
- ii. Identification des horizons de diagnostic applicables en notant visuellement les propriétés physiques :
 - Profondeur (sous la surface) ;
 - Texture (taille des grains, rondeur, etc.) ;
 - Structure (contrôle des types d'argile) ;
 - Marbrures (altérations dues à une exposition prolongée à l'humidité) ;
 - Pores visibles (espacement et rassemblement des agrégats) ;
 - Concrétions (cohésion de minéraux et/ou agrégats) ;
 - Compactage (de la surface) ;
- iii. Le type de sol adéquat est déterminé à partir de i) et ii) ; et
- iv. La famille de sol la plus probable est ainsi établie.

Tableau 2.1: Arrangement des horizons maîtres dans les profils du sol (Classification du sol – Mac Vicar 1991)

SOLUM	Zone in which the soil forming processes are maximally expressed)	Arrangement of master horizons			G	Comments on Layers	
		O - Organic	C - Regic Sands (C), Stratified Alluvium (C), Man - Made Soil Deposits (C).	A		B	
				Humic, Vertic, Melanic, Orthic		Loose leaves and organic debris, largely undecomposed	
				Red Apedel, Yellow-brown Apedel, Soft Plinthic, Hard Plinthic, Prismatic, Pedocutanic, Lithocutanic, Neocutanic, Neocarbonate, Podzol, Podzol with placic pan		Organic debris, partially decomposed or matted	
				Dorbank, Soft Carbonate horizon, Hard Carbonate Horizon, Saprolite, Unconsolidated materials without signs of wetness, Unconsolidated materials with signs of wetness, Unspecified materials with signs of wetness		Dark coloured due to admixture of humified organic matter with the mineral fraction	
				R - Hard Rock		Light coloured mineral horizon	
						Transitional to B but more like A than B	
						Transitional to A but more like B than A	
						Maximum expression of B-horizon character	
						Transitional to C	
						Unconsolidated material	
						Hard rock	

2.4 Analyses

Des échantillons ont été pris des sols représentatifs, et ils ont été envoyés pour une analyse à un laboratoire accrédité en Afrique du Sud (Agricultural Research Council – ARC). Au total dix (10) échantillons composés (échantillons contenant plus d'un seul point de prise d'échantillon d'un sol unique ou similaire) ont été analysés.

Les facteurs pris en compte au laboratoire sont :

- Détermination de pH ;
- Bases échangeables ;

- C.E.C. (capacité d'échange de cations) ;
- Texture (% argile) ;
- Statut des substances nutritives ; et
- Polluants potentiels

Les méthodes appliquées dans la détermination des variables précitées sont :

- i) L'analyseur spectro-atomique pour détermination des éléments de base ;
- ii) La méthode de titrage pour détermination de la teneur en substances de carbone organique ;
- iii) L'utilisation d'un densimètre pour détermination de la teneur en argile.

Les résultats analytiques concernent les quantités extractibles disponibles dans le sol (reportez-vous au **Tableau 3.131**).

3.0 RESULTATS

3.1 Caractérisation du sol

3.1.1 Généralités

Les sols rencontrés sur le site peuvent être catégorisés globalement en quatre groupes majeurs avec un certain nombre de types dominants et sous-dominants qui ont été regroupés et caractérisent la zone d'intérêt (voyez la **Figure 33** – Carte des sols dominants).

Les types majeurs de sol sont étroitement associés aux lithologies dont les sols sont dérivés (formation in-situ) ainsi que la topographie et la géomorphologie générale du site, avec les effets de la pente topographique et de l'attitude des formes de terrain affectant les processus de pédogénétiques de formation du sol et finalement les formes de sol cartographiées. La carte du site qui en résulte est un ensemble des informations pédologiques plus détaillées et utilisées plus facilement dans un environnement minier. Les sols et le potentiel des terres combinés sont considérés en termes de sensibilité du site, une variable sensée être utile et importante pour estimer l'impact d'un développement sur l'environnement naturel. (Voyez la **Figure 3.434** – Carte de la Sensibilité du Site).

La topographie généralement ondulante à modérément escarpé allée à de fortes pluies et des intempéries intenses ont produit des altérations profondes et le déplacement de sol en aval sur les surfaces exposées (la végétation a été enlevée et/ou la couche arable a été perturbée). L'évolution des accumulations colluviales qui en résulte et les dépôts des inondations alluviales en bas de la pente et dans les zones fluviales (voir la photo 1) présentant un fort contraste avec les pentes supérieures plus superficielles (voir la photo 2), et l'évolution des matières modérément profondes et fortement altérées dans les positions centrales et en bas de pente centrale (voir la photo 3) avec de grandes plates-formes de ferricrete (voir la photo 4) ont été cartographiées.



**Photo 1 : Sol basique humide
superficielle sur gravier****Photo 2 : Structure****Photo 3 : Limons d'argile sablonneux profonds
Pavés de ferricrète****Photo 4 :**

Contrairement aux matières plus profondes et friables, il existe des pavés superficiels à très superficiels de formes de sol plintiques/latéritiques durs, d'accumulations de fer et précipités de magnésie.

Le degré de l'évolution de ferricrète ou de plinthite dur est un élément qu'il faudra approfondir en raison de l'importance écologique. La présence et la position dans le paysage et dans le profil du sol ont une importance pour les sensibilités écologiques et la signification de l'impact qui en résulte.

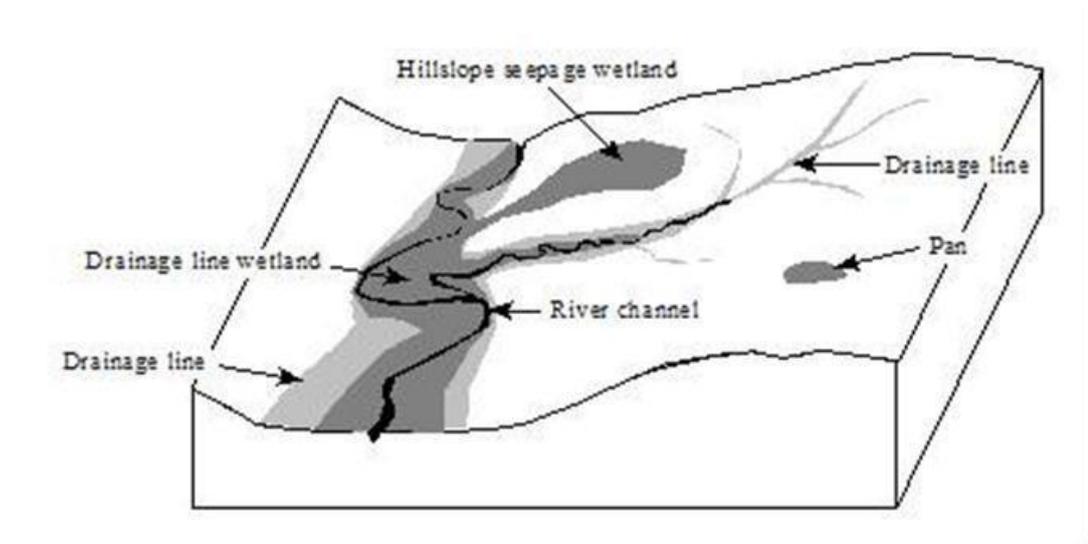
La rétention de la nappe phréatique dans la zone vadose (manque du débit horizontal préférentiel) comme résultat de l'évolution de plinthite dur a produit la création de couche inhibitrices (ferricrete/latérite) au sein de plusieurs profils de sols, et le développement d'humidité à la surface ou près de la surface. Ces caractéristiques sont généralement associées à des zones plus basses et des sites fluviaux/de courants en termes d'humidité et de sensibilité du sol, se produisant dans une unité lithologique (géologique) particulière. De grandes zones sont également présentes au sein de ces unités sur les emplacements mi-pente et en bas de la pente présentant des formes de caractéristiques de terres humides antérieures sans nécessairement en faire toujours partie. Un des objectifs de l'étude était de déterminer la présence de sols humides dans la zone du Projet.

En règle générale, les terres humides ou sols avec des couleurs de base peu intenses et des marbrures ou de l'humidité à la surface ou près de la surface sont considérées être des paysages sensibles et, en tant que telles, ces zones ont été préconisées pour une gestion et une atténuation différente en termes du plan d'utilisation du sol du

projet. **Figure 3.131** montre un schéma des différents types de terres humides qui ont été classifiés.

Les types de terres antérieures sont souvent associés avec des suintements sur la pente et des «zones spongieuses», les deux liés au possible développement du sol humide. Ces caractéristiques sont importantes pour le cycle écologique et la biodiversité, parce qu'elles forment les réservoirs très importants de la nappe phréatique près de la surface contribuant à l'écoulement essentiel des fleuves et rivières et préservant l'eau souterraine à et près de la surface.

Figure 3.131 Aperçu schématique des terres humides et de leur relation avec la topographie (Wetland Consulting Services 2003)



Ces sites sont considérés sensibles à très sensibles et nécessiteront des informations pour la gestion.

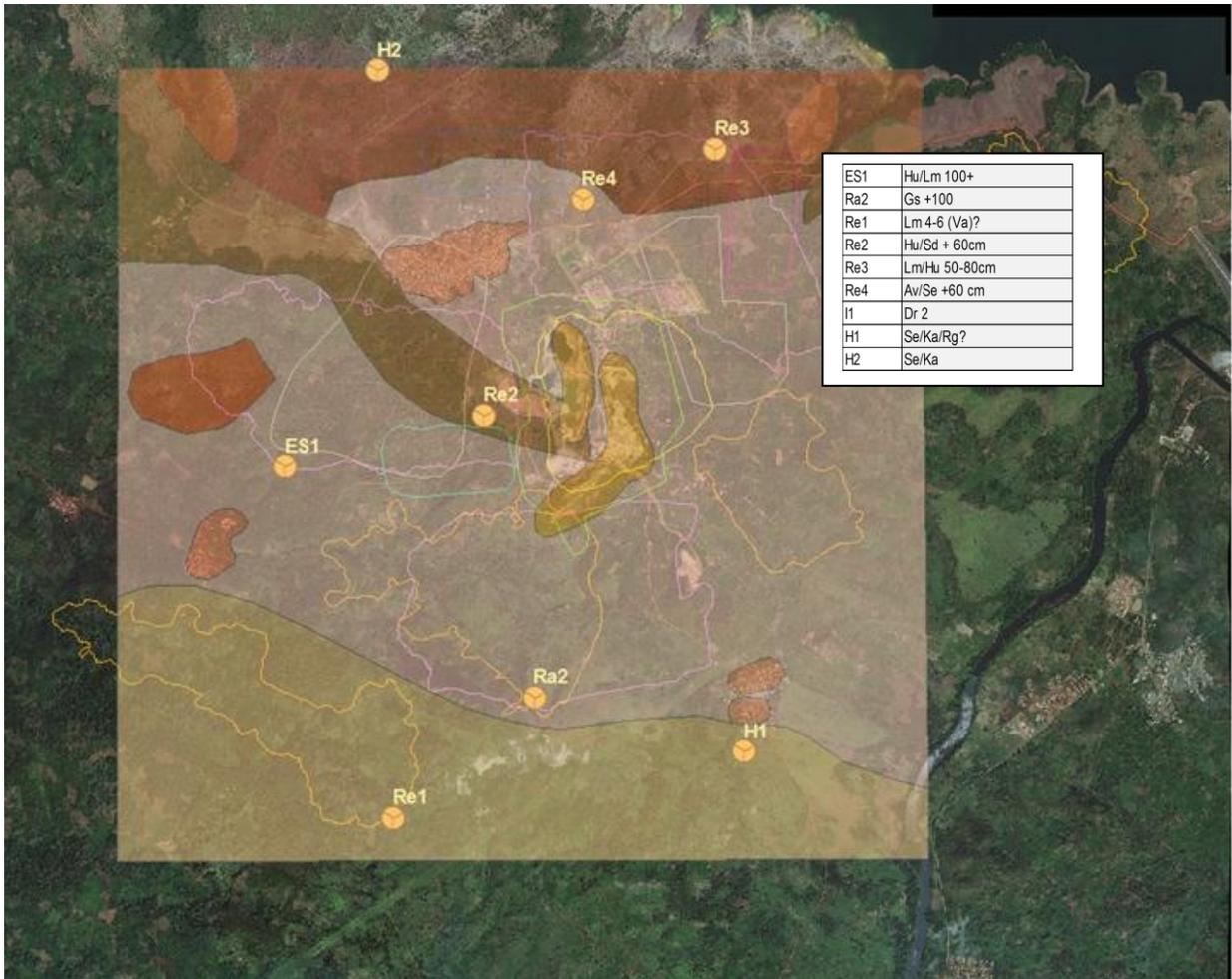
De plus, dans le contexte de ces systèmes sensibles, il existe des «zones de transition» contribuant aux systèmes de captage des terres humides. Ces zones sont également considérées comme étant des sites de sensibilité modérée.

Les sols prédominants dans la zone du Projet (**Figure 33 – Carte de Sols Dominants**) ont été classifiés et décrits en termes des similarités physiques et chimiques et de la géomorphologie générale du site, à l'aide des données de l'évaluation antérieure du site en 2007 (reportez-vous à la **Figure 3.232**). La distribution spatiale des sols a une importance dans la planification de l'utilisation du sol et pour les recommandations de gestion.

Les sols cartographiés vont des matériaux superficiels sous-affleurants et affleurants de plinthise dur et matériaux mères (sédiments et dolérite intrusifs) à des limons sablonneux profonds et limons sablonneux argileux sur un saprolite altéré en

profondeur, avec des variations de limons sablonneux de profondeur modérée à faible et des limons sablonneux d'argile présentant une structure variable, toutes associées à une roche affleurante d'une roche mère sédentaire ou à un horizon «C» ferricrete/latérite à différentes profondeurs. Les horizons saprolitiques ont généralement une forte épaisseur avec du gravier lithocutanique et plintique présent en profondeur sur une fondation dure.

Figure 3.232 Cartographie des sols historique (2007 ESIA)



Le groupes de sols sont décrits ci-dessous, en faisant référence à la **Figure 33**. Ce sont, notamment :

1. Les sols plus profonds et de limon plus sablonneux sont considérés comme des matériaux à *Haut Potentiel* et sont distingués par une profondeur moyenne supérieure à la moyenne (100 cm à > 150 cm) de drainage relativement supérieur dans le profil du sol (80 mm/m à 180 mm/m).
Le groupe est reconnaissable par l'absence totale de marbrure, ou un niveau très faible (de l'eau dans le profil pendant moins de 30 % de la saison - W1) à des profondeurs supérieures (> 750 mm en moyenne), avec une texture à grain fin ou moyen, une structure alvéolaire à légèrement friable et des argiles qui vont d'un minimum de 12 % à 18 % dans la terre végétale et entre 20 % et 28 % dans le sous-sol. Ces sols reposent généralement sur du gravier ferricrète ou une épaisse couche saprolitique.

Le potentiel des terres est noté comme terre paturable à intensité modérée et/ou terre modérément arable en fonction des stocks de nutriments et de carbone organique et du potentiel de production associé.

Ces sols sont généralement légèrement moins riches en argile que les sols à base humide associés et davantage de matériaux d'origine colluviale structurés, et ils ont généralement une structure nettement plus faible. La structure plus sablonneuse de ce groupe de sols les rend plus facilement à travailler et d'une moindre sensibilité relative (profondeur >750mm).

2. À l'opposé, les matériaux de plus faible profondeur et plus structurés sont jugés plus sensibles et nécessiteront une plus grande attention s'ils sont manipulés. Ce groupe (<500mm) pratiquement associé avec les roches-mères sub-affleurantes ou avec des horizons lithocutaniques/saprolitiques peu profonds Ces matériaux sont considérés comme sensibles ou modérément sensibles en ce qui concerne l'érosion, le compactage et leur utilisation. De plus ils sont associés avec les sites les plus écologiquement sensibles Ces sites ont une fonction importante dans la stabilité de l'entière biodiversité d'une zone dont le sol est la matrice naturelle d'enracinement des végétaux, une réflexion extrêmement importante à prendre en compte pour maintenir la couverture végétative et minimiser l'érosion tout en préservant les ressources en eau de la zone

Ces zones nécessiteront une gestion plus importante en cas de perturbation Ces sols comportent des couches de limons de grain fin à moyen, sableux pour la plupart, ayant une structure polyédrique alvéolaire à modérée, Et contenant de l'argile dans une étendue de 18% dans les horizons supérieurs jusqu'à 35 % là où les sols sont associés à une géologie plus basique (dolérite) ou dans les zones de sols colluviaux.

3. Le troisième groupe de sols comprend ceux qui sont associés à la couche dense de ferricrete et aux nappes phréatique perchées/captives. Ce groupe de sols a un ensemble de caractéristiques et nature distincts qui sont séparés des autres groupements de sols en raison de leurs caractéristiques intrinsèquement beaucoup plus difficiles à gérer Ces sols sont caractérisés par des teneurs en argile relativement beaucoup plus élevées (18 % à 25 % TS et jusqu'à 60 % dans le SS - parfois de nature dilatée - smectites), de faibles taux d'infiltration, des caractéristiques de drainage difficile et pauvre (60mm / m 100mm / m) et le peu de libération d'eau du sol vers les plantes dans le cas des argiles plus lamellaires et gonflantes qui retiennent l'eau dans le sol

La nature plus structurée de ces sols et de l'humidité inhérente restreignent la profondeur d'enracinement, alors que la nature dense de la ferricrete est également un facteur inhibant et une barrière dans les 500mm à 750mm supérieurs du profil du sol.

Ces sols sont généralement associés à un horizon de base humide ou saturé, et sont considérées comme sensibles à très sensibles dans la nature, bien qu'ils soient généralement considérés comme une sorte de «relique» de la terre

Une zone importante et significative d'affleurement de ferricrete / et d'affleurement de la nappe a été cartographiée au sein de la zone d'étude et la latérite est commune dans la zone non saturée

Le développement d'environnements basés sur des sols et des prairies humides ont été cartographiés en association avec ces formes de sol

Il semble que l'eau souterraine soit relativement profonde dans la plus grande partie de la zone étudiée et est apprécié comme ayant peu ou pas d'influence sur l'eau du sol non saturé.

Il sera plus difficile de travailler sur ces sols à l'état humide et plus difficile à conserver et remettre à l'état initial à la fin des travaux.

Là encore, il est considéré comme important pour l'étude de référence que ces groupes de sols soient modérément extensifs dans la région, et couvrent une zone sensiblement importante selon le plan de développement (aussi bien l'exploitation minière que l'emprise de son infrastructure).

Des interventions de gestion et minimisations supplémentaires seront recommandées pour les zones qui sont considérées comme hautement sensibles ou intéressantes en termes de capacité du sol et du terrain.

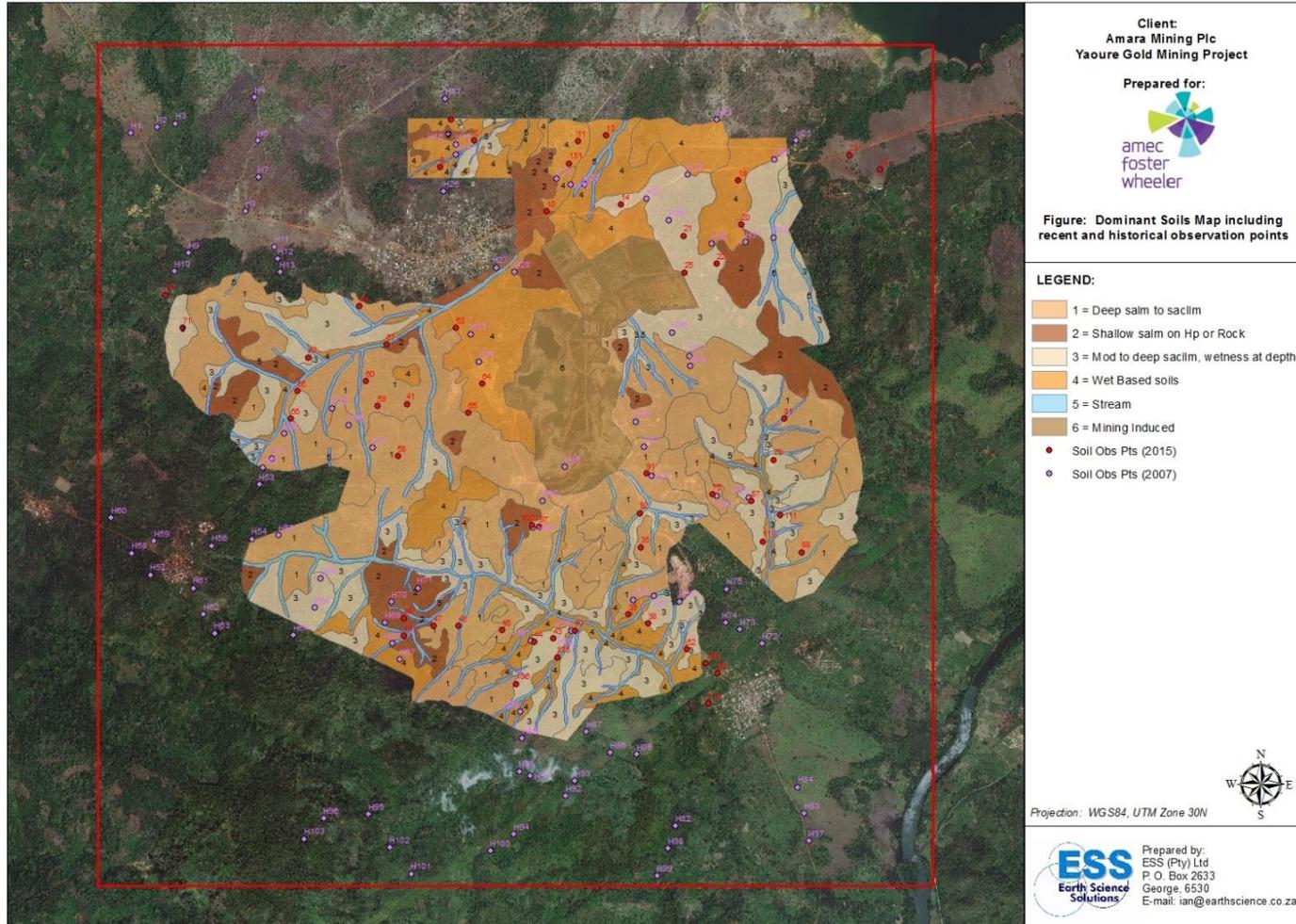
4. De plus, il y a, séparés des sols structurés de bases humide, des groupe de sols qui renvoient l'humidité dans les 500mm supérieurs Ces sols sont facilement reconnaissables à leur couleur rouge tachetée de jaunes sur un sol d'arrière-plan à faible saturation. Ces sols sont considérées comme des zones très sensibles *qui nécessiteront des interventions de gestion si elles sont perturbées (Voir la Figure 3.434 - Sensibilité plan du site)*

Les concentrations de sels naturels et de stockages de nutriments dans ces sols présentent de nouveau un équilibre sensible en raison des fortes précipitations (lixiviation excessive) et des températures élevées, avec une lixiviation évidente dans les couleurs chromatiques basses. La capacité d'un sol à retenir l'humidité et les éléments nutritifs, et à son tour à influencer sur le maintien de la croissance des végétaux et la dépendance de la vie animale est déterminée par la cohérence et le degré de rétention de l'humidité du sol dans le profil mais hors de l'influence de l'évaporation.

Ces conditions et des sensibilités associées devraient être notées en termes d'équilibre global de la biodiversité si l'équation de la durabilité doit être gérée et l'atténuation mise en œuvre.

Toutes les zones faisant partie de l'étude ont été assemblées en format SIG et cartographiées selon la nomenclature de classification des sols et la profondeur du sol (décimètres), tandis que les formes de sol similaires ont été regroupées et cartographiées comme des groupements dominants pour la facilité de gestion (**Figure 33**).

Figure 33 Carte de Sols Dominants



Lorsque l'on considère la sensibilité d'un sol, la profondeur jusqu'à une couche de blocage et la quantité de réaction redox présente dans le profil (notée dans le degré de marbrure et surtout la grisaille de la matrice du sol) indiquent le degré d'humidité en termes de «classification de délimitation des zones humides» et aura un effet sur la sensibilité écologique du site.

Les profils de sols peu profonds à très peu profonds sont généralement associés à une couche de blocage située à la surface ou près de la surface, et comme il y a déjà été fait allusion, est la caractéristique déterminante qui contrôle la capacité (ou non) de l'eau à s'écouler verticalement vers le bas et à travers le profil (couche restrictive).

Le degré de cimentation de la couche de plinthite (friabilité du ferricrete) permettra de déterminer l'efficacité de la couche comme un obstacle à l'infiltration, tandis que la profondeur du sol sous-jacent va indiquer s'il est facile ou difficile à la faune et à la flore d'accéder à l'eau, et dans le cas extrême si l'eau est maintenue à la surface comme dans une casserole. La friabilité du ferricrete aura également un effet sur la quantité de minéralisation en argile que le sol contient dans cet horizon, et à son tour influera sur les caractéristiques de rétention d'eau du sol et le degré de la structure de la matière au-dessus de la couche ferrugineuse

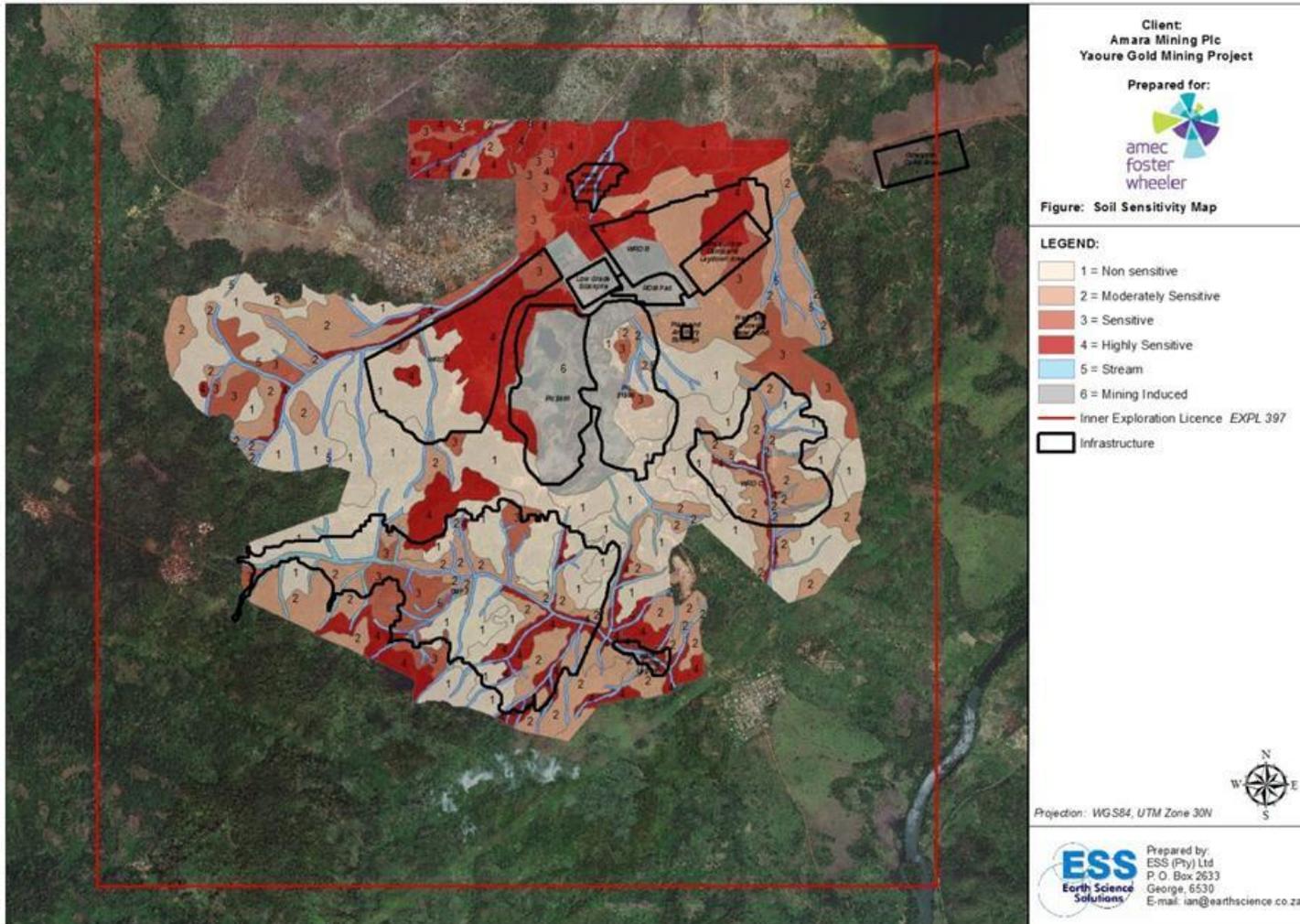
En plus du système de classification des sols, un système a été développé pour décrire et classer les ferricrete Ce système a permis de mieux comprendre les formes terrestres qui résultent de leur présence (Voir l'Annexe 1).

En revanche, les profils plus profonds et plus sableux ont des processus pédogénétiques distinctement différents qui sont associés à des teneurs en argile inférieurs, un meilleur drainage des sols et un profil climatique plus profond Le degré de formation de fer est moindre, avec le pourcentage de métaux de base considérés comme le motif principal Les graviers ferrugineux riches en fer ont été remarqués comme base de beaucoup de ces profils

Comme tout système naturel, la transition d'un système à l'autre est souvent complexe avec de multiples facettes et des variations au-delà de distances relativement petites/courtes, ce qui est particulièrement pertinent à cette zone particulière en ce que l'attitude des unités lithologiques est inclinée à différents niveaux d'immersion

Après évaluation de ces considérations et de ces variables, la sensibilité relative du site a été cartographiée. **Figure 3.434** La figure 3.4 représente la répartition de l'espace et la sensibilité relative (non sensible, moyennement sensible, sensible et très sensible) de la zone objet de l'étude.

Figure 3.434 Carte de la Sensibilité du Site



3.1.2 Caractéristiques Chimiques et Physiques des sols

Une suite d'échantillons représentatifs des formes différentes de sol a été prélevée et envoyée pour analyses des paramètres à la fois chimiques et physiques, reportez-vous à **Tableau 3.131** - Les résultats d'analyse) Un certain nombre d'échantillons (10) ont été soumis, chaque échantillon contenant un certain nombre de sous-échantillons d'une forme particulière de sol représentative de la zone concernée. Chaque échantillon comprend un «échantillon composite», et est représentatif de la Forme du Sol plutôt qu'un point spécifique prélevé

3.1.2.1 *Caractéristiques Chimiques des sols*

L'échantillonnage de l'état nutritionnel des sols a été confinée, si possible dans les zones de terres non perturbées (voir les points de prélèvement inclus dans **Figure 33** et **Tableau 3.131**).

Cependant, une partie de la découverte des meilleurs sols est associée à la terre qui a ou pourrait avoir été perturbée par l'exploitation minière artisanale et / ou les activités agricoles Ces résultats sont des indications représentatives des conditions préalables à la construction, et sont au mieux une indication pour les conditions de l'enquête initiale Il faudra vérifier ces résultats pour des sites particuliers lorsque la réhabilitation sera envisagée et/ou planifiée

Les résultats d'analyse du laboratoire ont donné une suite des résultats, une réflexion à la fois sur les différences dans la chimie des différentes géologies / lithologies à partir desquelles les sols sont dérivés ainsi que sur l'influence du climat, des mouvements du sol et du lessivage des éléments nutritifs du sol au fil du temps.

Les résultats analytiques reflètent une variété de différents matériaux de base qui vont des limons sableux très bien triés avec des réserves de nutriments inférieures à la moyenne et des pourcentages d'argile modérés (12% à 18% - B2 / 1 horizon), aux sols avec une structure modérément stratifiée à modérément polyédrique (pédocutanique), un limon sableux ou de texture limon- argileuse et des degrés variables de nutriments utilisables. Ces sols sont généralement limités aux matériaux de provenance colluvionnaire déposés plus haut que la moyenne des argiles (+ 25%), et à la structure très variable (faible polyédrie à prismacutanique et gleycutanique). Ces sols sont limités presque exclusivement aux sols et aux zones humides de base, associés à l'accumulation alluviale / colluviale et aux zones humides inondables.

En général, le pH varie de faiblement acide à 5,1 à un peu plus neutre à 6,5, le statut de base allant de 6.5m % à 18me % Mésotrophe (statut de lixiviation modérée) à Dystrophique (fortement lessivé)], et les niveaux de nutriments qui présentent généralement des niveaux de calcium et de magnésium entre modérés et élevés, des proportions Ca / Mg acceptables (3: 1), et modérés à de bons niveaux de sodium et de potassium Les niveaux de Phosphate sont généralement élevés, avec des zones à très

haute teneur en aluminium potentiellement toxique. Les niveaux de fer sont généralement élevés et nettement visibles dans la couche ferricrete. Les métaux ont été évalués dans le cadre de la compréhension des valeurs de base existantes, de manière à ce que la gestion des impacts puisse être mesurée après le début des opérations d'exploitation et de traitement de la mine.

La répartition des sols et leur chimie associée est liée dans une large mesure à la géologie à partir desquelles elles sont issues, et en tant que telle, les changements se produisent sur de relativement courtes distances en raison de l'attitude des unités lithologiques. Cela contribue à une certaine difficulté dans la description des effets de la composition chimique des sols sur l'environnement lorsqu'on utilise une grille comme base de la reconnaissance. Il y a, toutefois, assez d'informations disponibles pour établir des modèles généraux, et pour comparer les effets sur les éléments nutritifs du sol par rapport aux impacts possibles qui découleront du projet.

La relation entre la géologie et la chimie des sols est moins importante dans les zones plus basses et les plaines inondables des systèmes fluviaux où les sols sont d'une origine colluviale ou alluviale, et le fait d'avoir été transportés sur une certaine distance a masqué les données géologiques. La signature chimique de ces matériaux est bien plus variable, à cause des effets tout à fait évidents de lessivage.

Les sites avec des niveaux élevés d'aluminium, de zinc/fer et de phosphate ne sont généralement pas propices à la culture de céréales et de légumes. Le manioc et la végétation naturelle (brousse locale) rencontrés dans ces environnements tropicaux se sont adaptés à la chimie de ces sols, mais ces conditions ne généreront naturellement que peu de valeur commerciale.

3.1.2.2 Fertilité des Sols

La cartographie des sols a montré des niveaux modérés de certains des nutriments essentiellement nécessaires à la croissance de végétaux avec des concentrations suffisantes de sodium, de potassium et des phosphates (en excès), et des concentrations suffisantes de calcium et de magnésium. Les niveaux d'Aluminium et de Phosphates présents dans quelques-uns des sols (généralement associés aux à des matériaux dérivés (géologiquement) plus basiques) sont considérés comme freinant la croissance de nombreuses plantes, et en pour cette raison,, le potentiel de culture commercialement viable de produits alimentaires est considéré comme négatif.

Cependant, les limons sableux profonds et la plupart des sols colluviaux/alluviaux associés avec de grands cours d'eau et les sédiments des plaines inondables détiennent un certain potentiel pour l'agriculture commerciale, avec du carbone organique supérieur à la moyenne et la capacité de rétention d'eau suffisante sur des matériaux bien drainés.

Il faudra étudier ces zones plus en détail si l'on prend en compte la planification des programmes communautaires.

Tableau 3.131 Résultats Analytiques

Soil Standard Analysis														
Lab Sample No	Sample No	Dom Soil Gp	Soil Fm	pH(water)	Res(ohms)	Ca mg/kg	Mg mg/kg	K mg/kg	Na mg/kg	P (Bray1)	Al mg/kg	Ca/Mg	Ca+Mg/K	CEC
4255	Y41	1	Hu/Sd	5.31	750	2071	525	122	10	8.4	21	3.95	21.28	15.25
4256	Y42	2	Tk/Va	5.61	700	2196	619	88	9	8.8	25	3.55	31.99	16.6
4257	Y92	2	Tk/Cv	5.62	1200	1363	404	58	2	8.2	21	3.37	30.47	10.52
4258	Y135	4	Se	5.68	800	1875	322	130	11	8.6	30	5.82	16.9	12.73
4259	Y91	2	Oa	5.15	1100	917	288	74	8	8.7	8	3.18	16.28	7.26
4260	Y000	3	Tk	6.03	410	2408	750	132	22	10.2	6	3.21	23.92	18.69
4261	Y131	4	Lo	6.19	2100	819	331	48	13	9.7	9	2.47	23.96	7.09
4262	Y111	3	Tk/Pn	6.01	430	2653	768	192	12	10.6	6	3.45	17.82	20.17
4263	Y115	4	Pn	6.53	440	3518	942	116	42	10.9	7	3.74	38.45	25.87
4264	Y113	3	Tk/Gc	6.37	510	2424	862	174	12	11.9	8	2.81	18.89	19.77

Soil Micro-Element & Physical Analysis											
Sample No	Sample No	Dom Soil Gp	Soil Fm	Zn mg/kg	Fe mg/kg	C %	Org Mat %	Sand %	Silt %	Clay %	
4255	Y41	1	Hu/Sd	1.51	85.8	2.24	3.85	54	19	27	
4256	Y42	2	Tk/Va	1.63	96.8	1.92	3.3	46	17	37	
4257	Y92	2	Tk/Cv	1.53	33.1	0.48	0.83	58	17	25	
4258	Y135	4	Se	6.14	64.7	1.28	2.2	64	11	25	
4259	Y91	2	Oa	1.27	34.9	1.28	2.2	54	17	29	
4260	Y000	3	Tk	2.17	67.1	2.24	3.85	68	11	21	
4261	Y131	4	Lo	1.17	79.3	1.36	2.34	54	19	27	
4262	Y111	3	Tk/Pn	2.9	64.4	2.64	4.54	84	3	13	
4263	Y115	4	Pn	1.42	40	2.16	3.72	64	13	23	
4264	Y113	3	Tk/Gc	0.86	90.9	0.88	1.51	84	3	13	

3.1.2.3 Stockage des éléments nutritifs et Capacité d'Échange Cationique (CEC)

Le potentiel pour un sol de conserver puis de fournir des nutriments peut être évalué en mesurant la capacité d'échange cationique (CEC) des sols.

Le contenu intrinsèquement modéré de carbone organique est favorable aux mécanismes d'échange, car ce sont ces éléments qui fournissent naturellement des sites d'échange qui servent de réserve à nutriments. Les teneurs modérées en argile vont quelque peu modérer cette situation avec, au mieux, une rétention hydrique modérée et la fourniture de nutriments pour la croissance des plantes.

De faibles valeurs de CEC sont une indication des sols dépourvus de matières organiques et de minéraux argileux. Typiquement, un sol riche en humus aura un CEC de 300 me / 100g (> 30 me / %), tandis qu'un sol faible en matière organique et en argile peut avoir un CEC de 1-5 me / 100g (<5 moi %).

En règle générale, les valeurs de la CEC pour les sols cartographiés dans la région sont modérées à bonnes, avec tous sauf les matériaux alluviaux et colluviaux profonds présentant des valeurs adéquates pour une croissance positive des plantes. Ceci est attribué à de faibles teneurs en carbone organique moyen et en argile.

3.1.2.4 Caractéristiques Physiques des sols

La majorité des sols cartographiés montre une structure meuble d'alvéolaire à modérée, une teneur en argile de modérée à forte teneur et un statut dystrophique de lessivage. La texture comprend les limons ou des argiles sableux pour la plupart, avec des limons beaucoup plus fins et lisses et des limons argileux associés aux matériaux colluvionnaires et alluvionnaires cartographiés dans la pente inférieure et à proximité des cours d'eau et des rivières des terres basses **Tableau 3.131** Le Tableau 3.1 représente les paramètres physiques relatifs pour les principaux types de sol cartographiés)

Très important dans cette étude, et une particularité commune à de grandes parties du site est l'érosion des sols en profondeur (jusqu'à 10m enregistrés dans les carottes de forage) résultant de la géologie et de la forte pluviométrie. Toutefois, cela est atténué par les «banques» de ferricrete, très peu profondes et en forme de feuille, constatées sur les lithologies riches en fer plus basiques.

La présence de la latérite des couches de ferricrete sont associés avec les roches hôtes sédimentaires plus riches en fer de trempage plus plat et en magnésium (bien que cela se produise souvent en dessous de 1.5m de profondeur Auger sur les sols plus profonds) et les conditions climatiques, toutes propices à la formation d'évaporites. Le climat tropical (bilan hydrique positif) combiné avec la géochimie de la géologie de la roche hôte sont propices à la formation de ferricrete de fer et au développement de couches ou zones ferrugineuses dans la zone insaturée. Ce processus aboutit à l'élaboration d'une couche / zone restrictive ou défavorisée dans le profil au fil du temps.

Le degré de dureté des évaporites est graduel, avec des horizons plinthe mous (très friable et facilement creusé avec une bêche ou une pelle), à travers le sol plinthe dur (la grosseur des particules comprise entre sable et gravier - mais sans cimentation) pour jusqu'au substrat nodulaire de ferricrete ou au plinthe dur (cimentation de fer et de manganèse dans les nodules) qu'il n'est pas possible de creuser facilement ou de casser avec une pelle.

Cette classification est tirée de la Classification -Petrologique et Géochimique des Latérites -Yves Tardy, Jean-Lou, Novikoff et Claude Roquid (1991), et constitue la base pour classer le substrat de ferricrete ou la partie latéritique de l'horizon du sol en termes d'ouvrabilité (propriétés mécaniques) et les sensibilités de sédimentation

Le système de classification des sols tient compte le ferricrete et dispose d'une nomenclature spécifique pour ces apparitions La modification de la cohérence de cette couche, son épaisseur et l'étendue de l'influence à travers / sous le site sont tous

importants pour le concept d'un horizon restrictif ou d'une couche barrière qui est formée à la base du profil du sol et / ou à proximité de la surface du sol.

Là où cet horizon se développe vers une forme nodulaire ou plus dure (nodulaire, alvéoles et couche dense) le mouvement de l'eau dans le profil de sol est limité par le mouvement vertical et doit se déplacer latéralement ou remonter dans le profil. C'est cette accumulation d'eau du sol et la précipitation des métaux depuis l'eau riche en métal et en sel qui s'ajoute progressivement à la couche de ferricrete au fil du temps. Cette situation sera très difficile à imiter ou à recréer si elle est impactée ou détruite.

Le temps géologique, la présence des sols spécifiques et la chimie de l'eau par laquelle l'horizon est formé sont Important pour la compréhension de l'évolution de la ferricrete.

La destruction de cette couche imperméable par des activités minières ou connexes se traduira par la perte de l'humidité du sol sur le profil, de la possibilité de pénétration de l'eau sale et l'incapacité pour la faune et la flore d'accéder aussi facilement à l'humidité du sol.

3.1.2.5 *Érosion et Compactage des sols*

L'érodabilité se définit comme la vulnérabilité ou de la sensibilité d'un sol à l'érosion. Elle est fonction à la fois des caractéristiques physiques d'un sol particulier et du traitement du sol.

La capacité d'un sol à subir l'érosion ou à y résister est exprimée par un facteur d'érodabilité («K»), qui est déterminé à partir de la texture du sol / teneur en argile, de la perméabilité, de la teneur en matière organique et de la structure du sol. Le Nomogramme d'Érodabilité des Sols (Wischmeier et al., 1971) a été utilisé pour calculer la valeur «K».

Avec la valeur «K» disponible, l'indice de l'érosion (OIE) pour un sol peut alors être déterminée en multipliant la valeur «K» par la «pente» (mesurée en pourcentage). Des problèmes d'érosion peuvent être rencontrés lorsque l'indice de l'érosion (OIE) est supérieur à 2.

La majorité des sols cartographiés peuvent être classés comme ayant un indice d'érodabilité de modéré à haut selon le pourcentage de pente, et un indice d'érodabilité de modéré à faible selon la teneur en carbone organique et en argile.

Cependant, la vulnérabilité de l'horizon «B» à l'érosion après que la terre végétale et / ou la végétation ait été enlevée ne doit pas être sous-estimée lorsque l'on travaille avec ou sur ces sols Ces horizons (B2 / 1) sont vulnérables et le taux est de moyen à élevé lorsqu'ils sont exposés, compte tenu des fortes précipitations et de l'intensité des tornades qui sont un facteur majeur de l'érosion des matériaux non protégés, si elles sont temporairement exposés lors de la construction ou de l'exploitation.

Les préoccupations autour de l'érosion et le compactage entre autres, sont directement liés à la perturbation de la couverture végétale de protection et de la couche arable qui seront perturbées pendant les phases de construction et d'exploitation minière. Après des bouleversements, les effets et les actions du vent et de la pluie augmentent

La perte de sol (terre végétale et sous-sol) coûte extrêmement cher à toute opération, et n'est généralement évidente qu'au moment de l'arrêt des travaux ou lorsque les opérations de réhabilitation sont compromises, mais jouent un rôle toujours croissant dans la qualité de l'eau et l'utilisation potentielle des cours d'eau et rivières qui sont les principales préoccupations de la plupart des communautés rurales que l'on rencontre dans et autour des projets miniers. L'impact sur l'eau potable domestique peut avoir des effets dévastateurs et durables sur les communautés. Afin de réduire au minimum les impacts sur cette précieuse ressource, des mesures de conservation et de protection des sols sont décrites dans le Plan de gestion des sols.

Des mesures de gestion bien planifiée lors des phases de pré-faisabilité et de faisabilité, auront un effet financier et social significatif au cours la construction et des phases opérationnelles, et elles permettront d'économiser temps et argent dans le long terme, et auront un impact sur la capacité de «fermer» avec succès à la fin des opérations.

3.2 Capacité de la Terre à la Pré construction

3.2.1 Collecte de données

Appuyé par une base d'information bien développée et scientifiquement fondée, le Système Canadien d'Inventaire des Terres et d'Évaluation des Capacités a été utilisé comme base pour l'étude de la capacité des terres.

En utilisant ce système, la capacité de la terre de la zone d'étude a été classée en quatre catégories distinctes et reconnaissables. Ceux-ci comprennent une note sur la capacité arable des terres, une note sur la capacité des terres de pâturage, une note sur la capacité de la terre à l'état désertique et à la conservation, et une note sur zone humide sols basés sur l'humidité. Les critères pour cette classification sont définis dans **Table 3.232** le Tableau 3.2 ci-dessous.

Table 3.232 Critères de capacité des terres pour la pré-construction (Système Canadien d'Inventaire des Terres et d'Évaluation des Capacités)

<u>Critères pour les Zones Humides</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Les terrains avec sols organiques ou entretenant la végétation hygrophile lorsque l'évolution des sols et de la végétation sont tributaires de l'eau.
<u>Critères pour les zones Arables</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Une terre qui n'est pas qualifiée de zone humide • Les sols sont facilement perméables jusqu'à une profondeur de 750mm • Les sols ont un Ph compris entre 4,0 et 8,4 • La salinité et le Ratio d'Absorption du Sodium des sols sont bas

	<ul style="list-style-type: none"> Le sol présente moins de 10 % (en volume) de roches ou de fragments de pedocrete de plus de 100 mm dans les 750 mm supérieurs. A une pente (en %) et un facteur d'érodabilité (K) tels que leur produit est <2,0 Est sous un climat avec des rendements de cultures au moins égaux à la moyenne nationale actuelle pour ces cultures.
<u>Critères pour les pâturages</u>	<ul style="list-style-type: none"> Une terre qui n'est qualifiée ni d'humide ni d'arable Un sol, ou un matériau semblable au sol, perméable aux racines de plantes indigènes, qui a plus de 250 mm d'épaisseur et contient moins de 50% en volume de roches ou de fragments de pedocrete de plus de 100 mm Accepte, ou peut accepter, une implantation d'espèces d'herbes indigènes ou introduites ou d'autres plantes fourragères utilisables par le bétail domestiqué ou le gibier sur une base commerciale
<u>Critères pour les Terres Désertiques</u>	<ul style="list-style-type: none"> Une terre qui n'est qualifiée ni humide ni arable ni à pâturage

3.2.2 Description Résultats

Le «classement de capacité de la terre», comme décrit dans **Table 3.232** a été utilisé pour caractériser et classer les unités dominantes de terres identifiées pendant l'enquête pédologique.

Ces critères ont combiné l'information de spécialistes des sols avec les aspects géomorphologiques (rugosité du sol, topographie, climat, etc.) du site obtenir une note de la capacité de la terre concernée

La zone qui sera perturbée par le développement de l'exploitation de la mine à ciel ouvert et des infrastructure en surface comprend une gamme de classes d'aptitude des terres, avec des zones importantes de sol classés friable et de bon potentiel de pâturage, des sites petits mais très sensibles présentant des sols de base humide, et une zone importante de matériaux hautement structurés et sensibles présents dans l'emprise du développement prévu

Table 3:3 le Tableau 3.3 représente la superficie relative de chaque catégorie de notation de capacité des terres Une zone relativement petite mais significative de terres potentiellement arables a été également examinée et cartographiée, bien que la toxicité de l'aluminium et de métaux ait été pointée comme source de problèmes pour la plupart des cultures vivrières. Tous les sites envisagés pour les plantations agricoles / commerciales devraient être évalués plus en détail avant la planification ou la mise en œuvre de tout développement.

Table 3:3 Capacité de la Terre en Pourcentage de la Zone objet de l'Étude

Land Capability Rating	Area (Ha)	% Of area
1 = Arable	520.6200	26.35%
2 = Grazing	605.7083	30.66%
3 = Wilderness	168.8549	8.55%
4 = Wet Based	385.3178	19.50%
5 = Stream	120.5016	6.10%
6 = Man Induced	174.6321	8.84%
<u>Total Area</u>	<u>1 975.6347</u>	<u>100.00%</u>

Les sols avec des valeurs élevées d'aluminium (éléments toxiques) sont considérés, au mieux, n'avoir qu'une faible intensité de pâturage «naturel» ou avoir plus facilement un statut de pleine nature pour la plupart, avec la chimie du sol et dans une certaine mesure la géomorphologie (pente, attitude et la rugosité du sol) les différenciant des sols plus profonds et mieux structurés susceptibles d'être considérés comme arables. C'est la capacité des sols à réaliser les rendements des cultures, en fonction de la «moyenne nationale actuelle» pour une culture particulière, qui limite les sols aux pâturages et à l'état de conservation.

Ceci ne doit pas être confondu avec «l'utilisation des terres», qui est souvent différente de sa «capacité réelle», et l'utilisation d'additifs et ou les besoins de faible rendement de l'agriculture de subsistance rendent de nombreux sols «utilisable» selon les circonstances.

Les chantiers à ciel ouvert proposés et les infrastructures associées couvrent la gamme complète des sensibilités du sol et des capacités de la terre, avec un espace assez grand de zones évaluées comme humides très sensibles associées aux rivières et à la zone de sols basés sur l'humidité, à limons sableux plus ou moins sensibles mouillés et des limons argileux sableux associés aux positions à mi pente moyenne et supérieure et les sols peu profonds plus sensibles à très sensibles associés aux crêtes et pentes et à un environnement érosif.

Figure 3.5 la Figure 3.5 Table 3:3 le Tableau 3.3 reflète la zone relative pour les évaluations.

3.2.2.1 Terre Arable

Il y a quelques (~ 26%) zones de sols potentiellement arables associés à cette zone, malgré le fait que de vastes zones présentent des profondeurs de sols qui sont la représentation d'un état arable (> 750mm). Le potentiel de croissance (état des éléments nutritifs et les capacités en eau du sol) et la capacité de ces sols ne permet pas de produire un rendement de culture égal ou meilleur que la moyenne nationale. Cela est dû principalement à la chimie du sol, la pente du terrain et dans une certaine mesure l'état nutritionnel. Ces variables reflètent les conditions naturelles, et ne comprennent pas

d'additifs introduit par l'homme tels que des engrais ou de l'eau. Les impacts de l'exploitation actuelle des terres (exploitation minière artisanale et agriculture) influent également sur la superficie globale du potentiel arable.

3.2.2.2 Terre de Pâturage

La classification des pâturages est généralement limitée aux zones peu profondes et transitoires qui sont bien drainés. Ces sols sont généralement de couleur plus foncée, et n'ont pas toujours d'écoulement libre à une profondeur de 750 mm, mais sont capables de supporter des espèces végétales comestibles sur une base durable, en particulier parce que les sous-sols (à une profondeur de > 500 mm) sont périodiquement humidifiés. Le classement tient compte également du fait que les sols plus profonds sont en mesure de soutenir la croissance de la végétation et de plantes naturelles, dont la plupart conviennent à la faune et au bétail domestique.

Une partie importante (31 %) de la zone objet de l'étude est qualifiée comme étant une zone à faible intensité de pâturage ou désertique.

3.2.2.3 Terre Désertique / de Conservation

Les zones rocheuses peu profondes et les sols ayant une structure plus forte que polyédrique forte (vertique etc.), ou des sols peu profonds sur une base lithocutanique sont typiquement mal enracinés et supportent au mieux de très faible intensité de pâturage ou de manière plus réaliste sont répertoriées comme ayant un caractère désertique. La capacité agronomique de cette terre représente environ 8% par zone.

3.2.2.4 Sols à base humide/Zone Humide (Zones avec le statut de terre Humide)

Dans ce document les zones humides (sols et capacité de la terre) sont définies en termes de distinction entre des lignes directrices des zones humides telles que définies dans la SFI PS 6 et les lignes directrices de Délimitation des zones humides et riveraines 2008 (DWA 2008) et le Guide de la Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971), 6e éd, qui utilisent à la fois les caractéristiques du sol, la topographie ainsi que les critères floraux et fauniques pour définir les limites de domaine. Seuls les sols sont décrits ici, et comme tels le terme sols à base humide est utilisé et non pas «zones humides».

Ces zones (zones humides) sont dominées par des sols hydromorphes (à base humide) qui montrent souvent des signes de structure, et ont une vie végétale (végétation) qui est associée à l'humidification saisonnière ou à l'humidification permanente du profil du sol.

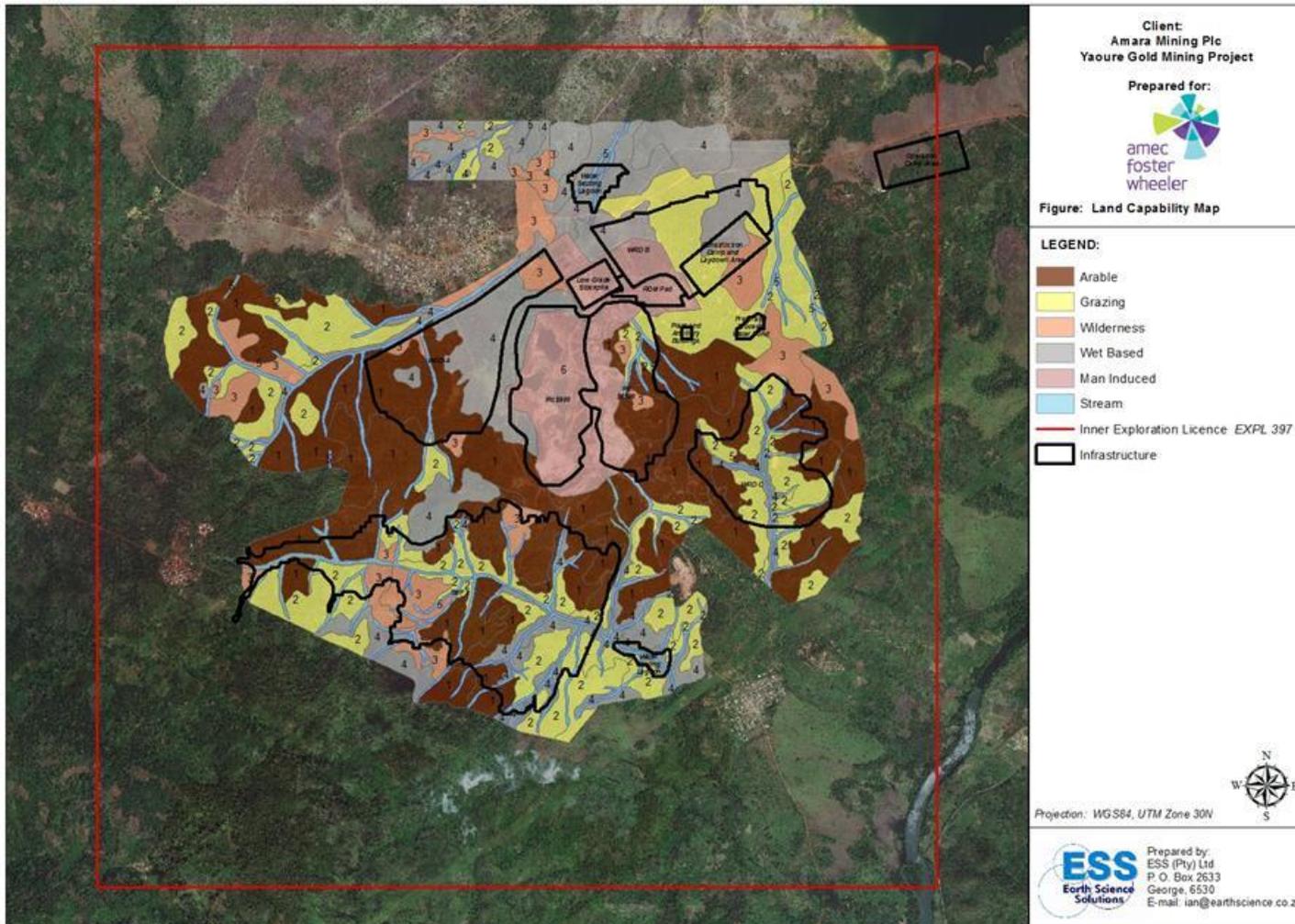
Les sols des zones humides sont généralement caractérisés par un gris foncé à noir (carbone organique) dans les horizons de la couche arable, sont souvent riches en argiles transportées et montrent des signes panachés de marbrures sur fond grisé (pâle couleurs grises) dans le sous-sol. Les sols des zones humides sont présents dans la zone d'influence de l'eau du sol.

Une proportion importante (19%) de la zone objet de l'étude est classée comme ayant des sols à base humides. Il est important de noter qu'une zone significativement grande de la fosse ouverte et du développement des infrastructures prévus empiète sur des sols avec une classification de base humide.

Celles-ci **ne doivent pas être** confondues avec les zones humides dans le cadre du système de délimitation, mais devraient être mises en évidence comme les zones potentielles de sensibilité pouvant évoluer en zones très sensibles liées à la voie d'eau importante qui traverse l'implantation proposée.

Ces zones sont considérées **comme très importantes, très sensibles et vulnérables** en raison de leur capacité à contenir et retenir l'eau pendant l'été et pendant l'hiver sec.

Figure 3.5: Cartographie du Potentiel des terres :



3.3 Utilisation des terres

3.3.1 Typologie de l'Utilisation des terres

Cette section devrait être lue en parallèle avec le rapport de spécialiste qui donne les résultats détaillés et les illustrations – Plan d'Utilisation des Terres du projet aurifère Yaours - 2D Conseil Afrique (Mars 2015)

Les résultats de l'étude de l'utilisation des terres ont conclu qu'il existe plusieurs types d'habitats existants au sein de la zone objet de l'étude et qui ont été identifiés comme important pour la zone d'étude.

Ceux-ci comprennent des forêts dégradées ou la forêt secondaire riveraine et des galeries, des cultures vivaces, des cultures intercalaires ou annuelles du lac de Kossou, la rivière Bandama, des villages et des hameaux, des surfaces ouvertes, des routes et des pistes, des lignes à haute tension, des activités minières artisanales, des activités minières et des zones humides. La définition de certains serait essentielle pour la lecture correcte de la carte.

Les forêts dégradées ou secondaires sont des forêts primaires qui ont été modifiées au-delà des effets normaux des processus naturels et sont classées soit comme forêt primaire dégradée, comme forêt secondaire ou comme régions boisées dégradées. Pour ces raisons, sera considérée comme des forêt dégradée, la forêt primaire dont la surface originale a été affectée par l'exploitation non durable de bois et de produits forestiers non ligneux ¹ qui font que sa structure, ses processus, ses fonctions et sa dynamique sont altérées au point de compromettre la capacité d'adaptation de l'écosystème à court ou à moyen terme . D'autre part, la forêt secondaire est une végétation ligneuse restaurée sur un terrain dont la couverture forestière originelle a été largement éclaircie (au moins à 90%). Généralement, les forêts secondaires poussent naturellement sur des terres abandonnées après un changement d'agriculture, une agriculture sédentaire, un pâturage ou l'échec de la reforestation (FAO, 2002; OIBT, 2005)

Dans notre étude, les forêts secondaires et la forêt dégradée sont une seule et même entité. En effet bien que, selon leur définition, ces deux formations soient d'origine différente, leurs structures sont très proches l'une de l'autre

Les Forêts Riveraines sont des formations forestières spécifiques, associées à des rivières Ces formations sont situées dans des transitions écologiques entre l'habitat aquatique et les zones de terre. Les forêts riveraines sont sujettes à de fréquentes inondations Contrairement aux forêts riveraines les forêts Galerie se caractérisent par la jonction leurs canopées au-dessus d'une rivière ou d'un cours d'eau, ou d'une zone humide où la présence d'eau peut être temporaire. Dans cette étude basée sur l'analyse des images de GeoEyes, la caractéristique principale pour identifier les forêts riveraines et les forêts galerie a été la proximité du fleuve Bandama.

¹ NTFP : « denrées d'origine biologique autres que le bois, les dérivés de la forêt, d'autres terres boisées, d'arbres hors des forêts ».

Les Savanes comportent plusieurs sous-ensembles. Ceux-ci comprennent, des zones à prédominance de couverture herbeuse définies comme un tapis de grandes herbacées d'au moins 80 cm de hauteur à la fin de la saison de croissance, associées avec des mauvaises herbes et des graminées plus petites (Yangambi, 1956 et Letouzey, 1982). Généralement, ces zones sont brûlées chaque année.

En plus de ces zones herbeuses, il existe des endroits avec plus d'arbres et d'arbustes formant une ombre légère sur le lit d'herbes, et une savane « arborée » ne comportant que des arbustes (les arbres sont absents). Ces trois sortes de savanes apparaissent dans des cadres topographiques distincts et/ou à la suite de perturbation par l'activité humaine.

Les Cultures Annuelles et l'Agriculture Associée sont notées en tant qu'autres activités en termes d'utilisation des terres présentes dans la zone d'étude. Ces activités sont importantes en termes de service à l'écosystème ainsi qu'à la subsistance des populations locales, alors que l'exploitation minière artisanale est une des raisons pour lesquelles les gens ont venus habiter dans la zone.

Les activités agricoles remarquées comportent :

- La production de cultures vivaces qui comprennent des cultivars de plantes ligneuses (arbres, arbustes) produisant une culture sur un cycle annuel. Cela comprend des plantations/parcelles de Cacao qui ont été cultivées et entretenues depuis plusieurs années et
- Des cultures annuelles qui sont une part importante de l'activité agricole et comportent un mélange de cultures alimentaires y compris le manioc, le taro et le plantain.

Un point important à souligner en parlant de cultures annuelles est le système de rotation des cultures qui est pratiqué. Les effets sont souvent confondus avec les effets de champ ouvert remarquables sur l'imagerie par satellite et qui sont associés à la jachère d'été.

Les jachères sont des parcelles de terre normalement productrices mais qui sont laissées sans plantation pour permettre au sol de se régénérer (Duhamel du Monceau, 1758; Robinson, 1962). La majorité des activités agricoles se situe très près des villages et des zones habitées autour de Angovia, Allahu Bazi, Kouakougnanou, Akakro, Da Koffi Yobouekro et Bokasso.

La zone humide est définie comme des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine sujettes aux marées avec des profondeurs de moins de six (6) mètres (Convention de Ramsar, 1971). Dans la zone objet de l'étude, les zones humides sont limitées pratiquement exclusivement aux plaines inondables du lac de Kossou et une zone dans le secteur central sud du site où se rejoignent deux cours d'eau secondaires. Il y a des sols humides dans toute la zone principalement limités aux nombreux cours d'eau et aux voies navigables non pérennes, avec plusieurs bas-

fonds/section de cours d'eau (généralement de moins de 30m de large) renvoyant l'humidité dans les 500mm supérieurs du profile du sol. Ceci caractérise les environnements des zones humides (Voir Figure 3.5 – Carte de la capacité de la terre).

Le Lac de Kossou sert à la production d'électricité et est construit sur le Fleuve Bandama. C'est un des principaux fleuves de Côte d' Ivoire. **Les lignes électriques à haute tension** sont utilisées pour transporter le courant électrique à partir du site.

Ce sont des infrastructures de premier plan dans la zone.

En général ces lignes à haute tension sont des zones à droits de passage qui sont entretenues (nettoyées). Cette situation donne lieu à une végétation herbacée dense mais sans bois.

D'importantes zones de sol nu ont également été remarquées et cartographiées. Celles-ci comprennent les routes et les pistes, les carrières et les chantiers artisanaux, les terres défrichées pour la préparation des cultures, ou tout simplement des terres dénudées par la sécheresse dans les prairies et les savanes arborées.

3.3.2 Cartographie de l'Utilisation des terres

La zone d'étude couvre une superficie de 11. 513,85 ha (**Table 3:3**), soit un carré d'environ 12 km par 10 km. **Tableau 3.4** Le Tableau 3.4 de l'occupation des zones indique que les savanes occupent environ 53 % de la zone du projet, les forêts environ 30 %, les cultures (vivaces et annuelles) environ 13 % et seulement 1 % pour les sols nus Il doit être également noté de prendre la surface ouverte avec beaucoup de prudence.

Tableau 3.4: Répartition territoriale des différents types d'utilisation de la terre

	Surface (ha)	Pourcentage	
Cultures vivaces	1.269,34	11,0	13,6
Cultures annuelles	300,75	2,6	
Localités	174,16	1,5	1,5
Sols nus	112,53	1,0	1,0
Eaux	41,24	0,4	0,4
Herbages	721,28	06,3	53,4
Brousse	1.910,12	16,6	
Brousse dense	865,92	7,5	
Savanes arborées	2.651,52	23,0	
Forêts dégradées/ riveraines/ galeries	3.467,00	30,1	30,1
Total	11.513,85	100	100

Les résultats de l'étude sont considérés comme exacts, bien que les données puissent varier selon les saisons. En effet, l'image de base de cette étude date de la saison sèche (4 Janvier 2014) lorsque les incendies, la préparation des sols avec les cultures, ainsi que des activités d'orpaillage ont contribué à maximiser leur portée. Une autre remarque importante est l'absence de forêt primaire, c'est-à-dire une forêt qui n'a pas encore été altérée par les activités humaines. Effectivement, même si la zone est une mosaïque de savanes et de forêts denses semi-décidues, des traces d'activités humaines (opérations) ont été découvertes dans toutes les forêts visitées. C'est la raison pour laquelle elles présentent un aspect assez dégradé

En ce qui concerne les terres d'agriculture il est parfois difficile de les identifier et par conséquent leur différenciation spectrale a été compensée par une interprétation/numérisation manuelle.

Il n'est toutefois pas exclu que certaines fermes ont échappé à cet assemblage de méthodes de récolte des informations à partir d'images satellite. (classification d'image et numérisation de l'information par interprétation visuelle) En fait, ce cas est surtout valable pour le cacao cultivé sous couverture (forêt) Une autre mutation possible à signaler est la reconversion d'une part très importante en l'espace de quelques années de cultures annuelles en cultures pérennes. En fait, les cultures vivrières sont largement mélangées, c'est-à-dire des cultures vivaces à un stade de début avec des cultures de subsistance.

3.3.3 Conclusion

En conclusion

- Le traitement des données satellite (Image GeoEyes de Janvier 2014) complétées et validées par la collecte de données sur le terrain (10 jours) a permis d'atteindre l'objectif principal de cette étude, qui était d'améliorer les connaissances sur l'utilisation des terres et les types d'habitat dans la zone du projet par la réalisation d'une carte.
- Une carte d'utilisation des terres a été réalisée présentant diverses unités cartographiques dont les surfaces sont estimées. Les différentes unités cartographiques sont les suivantes:
 - Forêts dégradées/secondaires et savanes arborées
 - Forêts riveraines/galeries
 - Brousse dense
 - Brousse
 - Terre herbeuse
 - Terres humides
 - Cultures vivaces
 - Cultures annuelles (intercalaires) / jachères
 - Surfaces ouvertes
 - Villages et hameaux
 - Carrières
 - Routes et pistes
 - Lignes à haute tension
 - Fleuve Bandama
 - Lac de Kossou
 - Mine artisanale (carrières)
 - Infrastructure de mine

3.4 Sommaire et conclusions

La ligne directrice a mis en évidence des sols hydromorphes et des matériaux à base de ferricrete peu profonds comme zones très sensibles et préoccupantes en termes à la fois de gestion (ouvrabilité) ainsi que de la contribution que ces sols apportent à la biodiversité et l'importance écologique de la région

Les opérations minières à ciel ouvert et l'empreinte de la construction et de l'exploitation des infrastructures connexes auront un impact sur certains des environnements hydromorphes identifiés, à cause des voies de transport et de toutes les routes d'accès qui devront traverser toute la gamme des types de sol répertoriés

Ces problèmes ont été traités plus en détail comme élément de l'évaluation de l'impact.

Les sites sensibles (en particulier les cours d'eau, les voies navigables et les traversées de rivières) nécessiteront une discussion plus détaillée avec le spécialiste de la flore et l'hydrologue comme participants à la conception finale. La compréhension complète et plus de compréhension en profondeur de ces questions ne seront obtenues qu'avec les apports des sciences de la terre qui s'y rapportent.

4.0 ÉVALUATIONS ALTERNATIVES - TMF

En conséquences, pour toute équation de stabilité il faut prendre en compte la ressource du sol et le concept, et bien qu'il soit entendu que cela est rarement réalisable dans le cadre d'une industrie comme une Exploitation minière à ciel ouvert comportant un ensemble d'infrastructures, le concept est bon et devrait être considéré comme une limite des meilleures pratiques à atteindre dans la mesure du possible.

Il est également important que les sensibilités du site et l'information de base soient mises en pratique au maximum en positionnant les infrastructures loin des sites les plus sensibles et sur des zones plus faciles à gérer et à tempérer

Yaoure a vu des changements au plan de développement au long des phases de faisabilité et de planification, avec l'optimisation des sites d'infrastructure basée sur les aspects, sociaux, économiques et environnementaux. La capacité des terres et des sols ne sont que deux aspects utilisés, alors que le positionnement du TMF avait besoin de données complémentaires de l'EIA.

En comparant les alternatives des options de TMF (Options 1, 2, 3 et 4) les variables suivantes ont été prises en compte :

Les sols	<ul style="list-style-type: none"> La sensibilité des sols L'érosion potentielle des sols La profondeur réelle d'ancrage des sols (ERD) La structure et l'ouvrabilité des sols.
La capacité de la terre	<ul style="list-style-type: none"> Le potentiel arable Le potentiel de pâturages Le potentiel désertique Le potentiel des terres humides
L'utilisation des terres sur les terres	<ul style="list-style-type: none"> La présence d'habitations et de population La présence d'infrastructures La présence de bétail ou des cultures sur les terres

Tableau 4.1 montre une comparaison directe (sans pondération des aspects) des 4 possibilités de gestion des résidus de la mine (TMF) qui sont envisagées. Une échelle de 1 à 9 a été utilisée, où 1 = Parfaitement Adapté et 9 = Non Adapté

Les résultats montrent que TMF4 (Centre Est) est considéré comme le site le plus favorable alors que TMF1 est le site le moins favorable simplement du point de vue des sols, de l'utilisation des terres et de la capacité des terres. TMF 2 est vu comme le site le plus envisageable après TMF 4

Tableau 4.1: Modèle d'évaluation alternative

YAOURE GOLD MINE PROJECT - ALTERNATIVES ASSESSMENT ANALYSIS - TAILINGS MANAGEMENT FACILITIES											
Alternatives Analysis Matrix											
Considerations			TMF OPTIONS								
Account	Sub-account	Indicator	TMF 1		TMF 2		TMF 3		TMF 4		
			Score	Description	Score	Description	Score	Description	Score	Description	
Aspects of Physical Environment	Present Land Use	Habitation & Existing Use	2	No permanent habitation noted.	3	Limited to no permanent dwellings. Shelters alongside subsistence farming areas	1	No habitation on site.	1	No evidence of habitation	
		Cultivation or Grazing Usage	7	Significant area of cultivated lands - estimated that 50% to 60% of area is utilised.	4	Limited but significant areas of cultivation and bush clearing for agriculture.	4	Significant area of cleared land - evidence of rotational cultivation and some annual cropping. Area accessed by tracks and footpaths. Probably a subsistence level of farming	3	Cultivation very limited, albeit that flatness of the terrain lends itself to utilisation for tree growth (land capability)	
		Subsistence usage	6	Moderate to large portion of the area of concern is cultivated?	3	It appears that the majority of the clearings are used for subsistence farming.	4	Majority of cultivated/cleared land is of a subsistence nature.	2	Limited to no evidence of subsistence farming	
	Sub-account value			15		10		9		6	
	Soils	Presence of sensitive soils	5	Wet based and wetland soils are limited to the tertiary streams and waterways. Significance is small and limited, with sites of transitional zone wet based soils of depth.	6	TMF 2 planned in a non perennial stream/valley. Significant areas of wet based and some/limited wetland soils associated with stream bottoms and stream banks with hillside seeps present but of limited concern (few in number). Wetlands to the south southeast just upslope of village. Wet based soils moderately deep on ferricrete base.	6	TMF 3 planned in a non perennial stream. Limited but significant areas of wet based and wetland soils associated with stream bottoms and a narrow strip along stream banks with hillside seeps present but of limited concern (few in number). Wetlands to the south and east of the TMF (close to power lines). Wet based soils moderately deep on ferricrete base.	4	Sensitive soils are limited to narrow zone of wet based and some wetland soils associated with the non perennial stream and water ways.	
		Soil Workability	5	Variable soil depths from small area of very shallow ferricrete pavement (hard plinthite) in the south of the area - poor soil cover and easily eroded, to moderate and deep sandy clay loams, more friable and easily stripped and stockpiled. The wet based materials are more sensitive, clay rich and some structured. More difficult to handle.	4	Variable soil depths from shallow on hard plinthite predominantly in the west - poor soil cover and easily eroded, to moderate and deep sandy clay loams, more friable and easily stripped and stockpiled. The wet based materials - more sensitive, clay rich and some structure. More difficult to handle.	4	Generally moderately deep (70cm) to shallow (<50cm) sandy loams and sandy clay loams associated with the transition zone soils. Overall soils are moderately easily worked and stored, albeit that compaction and erosion are an issues to be managed.	3	Moderately deep Sandy clay loams for the most part with some relatively shallow rooting depths on hard plinthic sub strata. Materials moderately easily worked for all but the shallow wet based materials.	
		Erosion Sensitivity	3	Moderate to deep and flatter gradients, moderate clay, and better than average organic matter content - Moderate to Low erosion index Risk is increased if soils are not protected, or if impacted by vegetation removal.	4	Undulating to steep slopes in valley profiles, flattening to the west. The moderate to high clay percentages for all but the deeper sandy loams (+20%) and good organic carbon stores = Low to Moderate erosion if not protected.	4	Moderately steep to undulating terrain, moderate to high clay and good carbon stores = moderately sensitive to erosion if unprotected. Management necessary once vegetation is removed.	3	Undulating to flat gradients for the most part, moderate to good clay percentages and better than average organic matter content = Moderate to low erosion, but high if disturbed of vegetative cover.	
	Sub-account value			13		14		14		10	
	Land Capability	Arable Potential of Soils	7	Significant area of cultivated lands on some of the better potential arable soils. Generally moderate to deep rooting depths (80cm to +120cm) and transition zone soils (signs of wetness at depths >120cm). Soil nutrients needed for commercial activities.	3	Variable rooting depths (<20 on Hard Pan Fe, to +120cm), generally increasing to the south and west. Moderate to low arable land potential if cultivated and additives are considered. Majority of soils are dryland or transition zone with signs of wetness at depth on lower midslopes. Grazing land potential rating considered for majority of the TMF area.	5	Generally moderate to good rooting depths (60cm to 100cm) on all but the iron rich lithologies that returned very shallow hard pan ferricretes. Limited on this area - Moderate to low arable land potential if cultivated unless additives considered. Majority of soils are dryland or transition zone with signs of wetness at depth on lower midslopes. Grazing land potential rating.	4	Soils rate as moderate arable potential for all but the shallow rooted materials and wet based soils associated with the stream environment and the areas of intermediate soil depth that rate as having a grazing potential - majority.	
		Grazing Potential of Soils	5	Significant area of moderate to good grazingland potential sites, good depths for all but the south central portion (shallow Ferricrete pavements). Limited wetland status but wider and deeper occurrence of wetness features in profile.	5	Significant areas of moderate to shallow soil considered of wilderness status, while deeper soils are of a grazing land potential. The moist grasslands and wet based soils are regarded as sensitive.	5	Significant areas of grazing land potential (majority of the study area), with moist grasslands on transition zone soils associated with the lower midslope just upslope of the un-named stream and narrow wetland environments.	5	The majority of the area of concern rates as grazing land potential on deep moist grasslands and/or arable potential land capability.	
		Conservation Potential of Soils	3	Limited areas of conservation status	4	Significant but smaller area of wetland soils to be disturbed (valley bottoms) with larger areas of slightly less sensitive transition zone wet based soils and moist grasslands associated with stream banks and lower slopes. Sensitivity to being worked, possible licensing in terms of wetland delineation guidelines.	6	Limited but significant wet based soils will be disturbed. Transition zone moist grasslands and some shallow rocky soils will be impacted.	3	Limited areas of conservation status. Limited to the narrow zone of wet based soils and wetland status along stream and water ways.	
	Sub-account value			15		12		16		12	
	Overall Value			43		36		39		28	
					> Sub Agric, North east		More agric and more wetbased soils South central		Variable soil depths, poor arable South west		Flatter and less wetlands Central

The table is a straight comparison of the five sites using a scale of 1 to 9, where 1 = Highly Suitable and 9 = Not Suitable.
Lowest score = Best Scenario.

5.0 ÉVALUATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL - PHILOSOPHIE

La méthodologie d'évaluation de l'impact vise à identifier et quantifier les aspects environnementaux et / ou sociaux des activités proposées compris toutes les solutions de rechange, pour évaluer la façon dont ces aspects, ces actions et ces activités auront une incidence sur l'état actuel, et de relier ces aspects à des variables qui ont été définies en termes de l'étude de base.

L'analyse d'impact a défini un niveau maximal acceptable de l'impact pour chacune des activités ou des variables, incluant toutes les normes, limites et / ou seuils, et évaluera l'impact en termes de signification de la note définie.

Cela nécessite que les effets directs, indirects et cumulés soient pris en compte, et que les sources communes d'impact soient détaillées.

Les aspects environnementaux sont des éléments d'information qui sont nécessaires à la prise de décision, avec une compréhension de la manière dont le potentiel des sols, des terres et l'utilisation des terres seront affectés étant simplement une partie de l'équation globale de durabilité qui doit être équilibrée.

Avec les informations disponibles (historiques et actuelles) et les résultats des études complètes de la ligne de base (sols capacité de la terre), et avec le plan de développement pour le projet Gold Mining Yaoure, les sujets de préoccupation ont été évalués et des mesures de gestion proposées pour minimiser et atténuer les effets autant que possible

Chaque fois que cela a été possible le principe de « Aucune Perte Nette » a été suivi. Cependant, le développement de tout projet d'exploitation minière à ciel ouvert et du développement des infrastructures afférentes impliquera de perturber de manière importante une grande surface pendant une période de temps mesurable

Le résultat inévitable sera un changement dans l'utilisation et la capacité des terres. Ces activités seront confrontées au concept de « Aucune Perte Nette ».

À partir des résultats de l'évaluation d'impact, le plan de gestion spécifique du site et les mesures de minimisation pour les sols ont été définies et détaillées. Cela inclura de préciser ce que l'atténuation devra faire pour réduire l'intensité et la probabilité d'un impact, de spécifier une attente de résultats des mesures d'atténuation proposées, et veiller à ce que les mesures d'atténuation prescriptives proposées soient claires, particulières au site et pratiques.

Dans le cadre du plan de gestion pratique, un système de surveillance a été défini et le cas échéant des limites ou dispositions légales sont énumérés.

La sensibilité des sols est l'une des variables utilisées lors de l'examen de l'importance de l'impact à travers la vie de la mine car cela va influencer la façon dont les sols seront manipulés, entreposés et remplacés. L'ouvrabilité des matériaux est un

corollaire de la viabilité à long terme de la ressource. La sensibilité ou la stabilité* des sols sont également importantes pour la compréhension des Services à l'Écosystème et le rôle que ces aspects jouent dans la pondération globale des différents impacts qui devraient affecter la biophysique et l'écologie de la zone du projet (Voir la **Figure 5.1 - Plan de Sensibilité des Sol**).

Font également partie de la pertinence et de l'importance spécifiques dans la zone du Projet :

- La variation de la structure du sol, la texture et la teneur en argile des sols combinées à la présence d'une couche de ferricrete importante (évaporites) à la base de beaucoup de profils du sol (Horizon « C»), participent tous à un ensemble de conditions naturelles qui seront extrêmement difficiles à reproduire lors de la phase de remise en état et à la fermeture;
- La perte potentielle et probable de l'eau du sol et l'aquifère « perché » qui est censé se produire en raison de la couche d'inhibition / barrière en ferricrete devront être évaluées et reconnues comme des participations à l'équilibre écologique;
- Les concentrations de carbone organique modérément bonnes mais les réserves relativement faibles de nutriments connus pour la plupart des sols vont exiger également qu'un plan d'utilisation des sols et un système de gestion rigoureux soient adoptés sur la base de la meilleure information d'évaluation de l'impact; et
- Le concept de stockage « du sol utilisable » sera présenté comme un outil de gestion de base, et une fonction de bonnes pratiques environnementales.

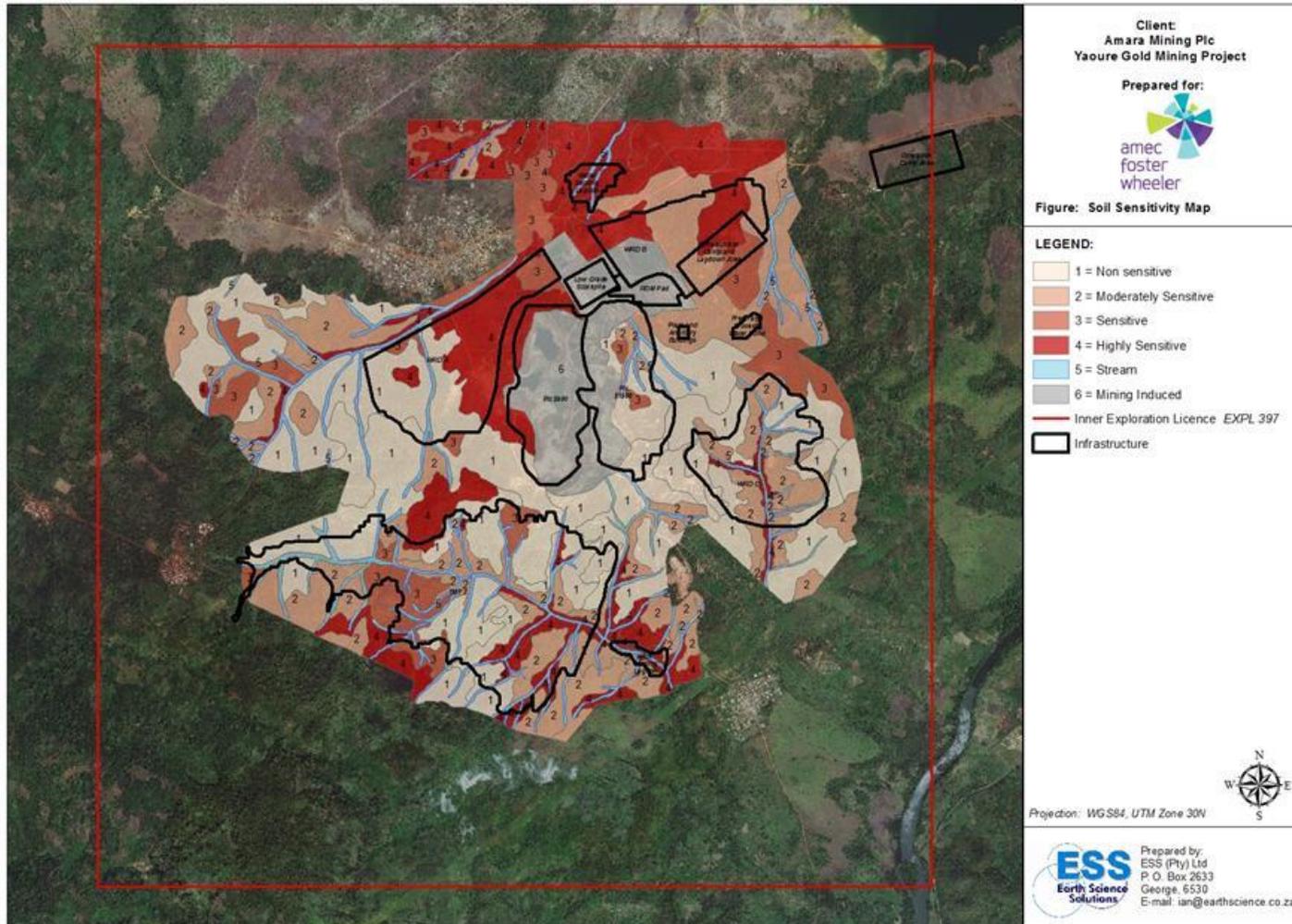
Ces facteurs seront importants pour l'évaluation environnementale et le plan final de gestion qui est déposé, avec la « séparation » et la gestion des différents matériaux lors de phase de décapage /enlèvement des sols (de construction) formant la base de la durabilité économique et la réhabilitation à la fermeture.

La nature modérément complexe de la géologie (structurellement des lithologies déformés et pliés, avec une inclinaison peu raide) et la géomorphologie de la région, de ses climats de subtropical à tropical, tous jouent un rôle important dans le processus de formation des sols, et ont une incidence sur la sensibilité et / ou la vulnérabilité des matériaux lorsqu'ils sont travaillés ou perturbés.

Ces facteurs sont importants dans la planification de la construction et les activités de fonctionnement, et détermineront la réussite du plan de remise en état pour le futur

La sensibilité ou la stabilité des sols dans le contexte d'un plan de développement sont simplement définies de la manière suivante : "une estimation de la capacité des sols à conserver leurs forces et caractéristiques originelles lorsqu'ils sont travaillés ou impactés". Ceci est replacé dans le contexte en termes de services à l'écosystème, et d'exigences légales qui pourraient également s'appliquer à une région particulière

Figure 5.1: Carte de la sensibilité des sols



6.0 ÉVALUATION DE L'IMPACT SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL

La planification du développement a fait l'objet d'une réflexion et les détails des activités et des infrastructures prévues pour la phase de construction, la phase opérationnelle et les phases de fermeture ont été décrites dans le cadre de l'évaluation de l'impact environnemental.

Une évaluation des impacts environnementaux que ces activités pourraient provoquer a été effectuée et mesurée par rapport à l'état présent de l'environnement existant en utilisant la méthode du Classement de l'Importance de l'impact qui nous a été présentée par les consultants principaux. Les résultats sont présentés en tant qu'évaluations indépendantes, et doivent être considérées comme des valeurs non pondérées sur la base des sols, la capacité de la terre et de la seule utilisation des terres

Cette section évalue et quantifie les aspects environnementaux des activités pour déterminer comment elles affecteront l'état de l'environnement actuel et elle détaille lorsque c'est possible/disponible le niveau d'impact maximum acceptable pour chacune des variables/activités répertoriées.

En se basant sur ces conclusions, l'importance de l'impact est évaluée selon l'état de gestion/non gestion, les recommandations de la direction formant le socle du Plan de Gestion Environnemental.

L'apparition d'évaporites et ferricrete est indicative de l'humidité (présente ou historique) dans un profil, et bien que beaucoup des sols ferrugineux cartographiés soient ressentis comme associés à des formes terrestres relique (humidité historique), il existe un certain nombre de zones où ces caractéristiques sont considérées comme une fonction de leur position topographique (zones de basse altitude) et de l'humidité dans le profil.

Ces caractéristiques, à la fois les formes historiques terrestres relique ainsi que les dernières sols à base humides peu profondes sont caractérisées comme sensibles à très sensibles et sont importantes pour la biodiversité et l'écologie d'une région et doivent être interprétées dans le contexte de l'ensemble des systèmes qui préservent l'environnement de pré développement.

En termes de délimitation des zones humides, ces zones très sensibles doivent être soigneusement examinées lorsqu'elles sont dans la zone d'impact prévue.

Les différences pointées (étude de base) dans la texture des différents sols, les variations de profondeur du sol, la composition de l'horizon « C » (de ferricrete), l'humidité du sous-sol et la structure des différents groupes de sols sont très importantes dans l'évaluation des impacts potentiels et la sensibilité relative qui est attribuée aux groupes de sols et aux capacités de la terre.

La différence dans l'importance des impacts attendus en se basant sur la forme des sols ou d'un groupe seul peut être utilisée dans l'évaluation des solutions de recharge pour les critères de conception d'infrastructures et de positionnement.

L'évaluation se limite à l'empreinte du projet telle que délimitée et ses environs immédiats, et en tant que telle l'étendue spatiale est considérée comme «Uniquement le Site» ou « Localisée» selon le point jusqu'auquel les effets de l'érosion les effets de l'érosion (vent et eau) sont prévus de s'étendre (sédimentation des ruisseaux et des rivières et impacts des poussières hors site sous le vent du TMF, les Ressources en Eau et les activités minières).

L'infrastructure prévue pour l'installation comprendra (**Figure 6.1**) des structures importantes et lourdes et de profondes excavations (mine à ciel ouvert, barrages d'eau, importants équipements de broyage et de tamisage etc.). Cela provoquera le terrassement de quantités importantes de sol, et souvent l'enlèvement complet du sol et de découvrir les endroits où seront creusées les emplacements où seront implantées les fondations des structures les plus grandes l'exploitation minière à ciel ouvert est prévue.

Les moyens de transport (du puits à ciel ouvert au chargement / stockage RoM) et les itinéraires de transfert seront nécessaires pour supporter des véhicules lourds et des charges du puits à ciel ouvert jusqu'au stockage d'exploitation de la mine (ROM). Cela nécessitera de solides assises obligeant à de profondes fondations et l'ingénierie de la sous couche, tandis que les routes d'accès et les chemins des services généraux ne nécessiteront pas une ingénierie aussi intense et ne seront pas aussi invasifs sur les matériaux naturels.

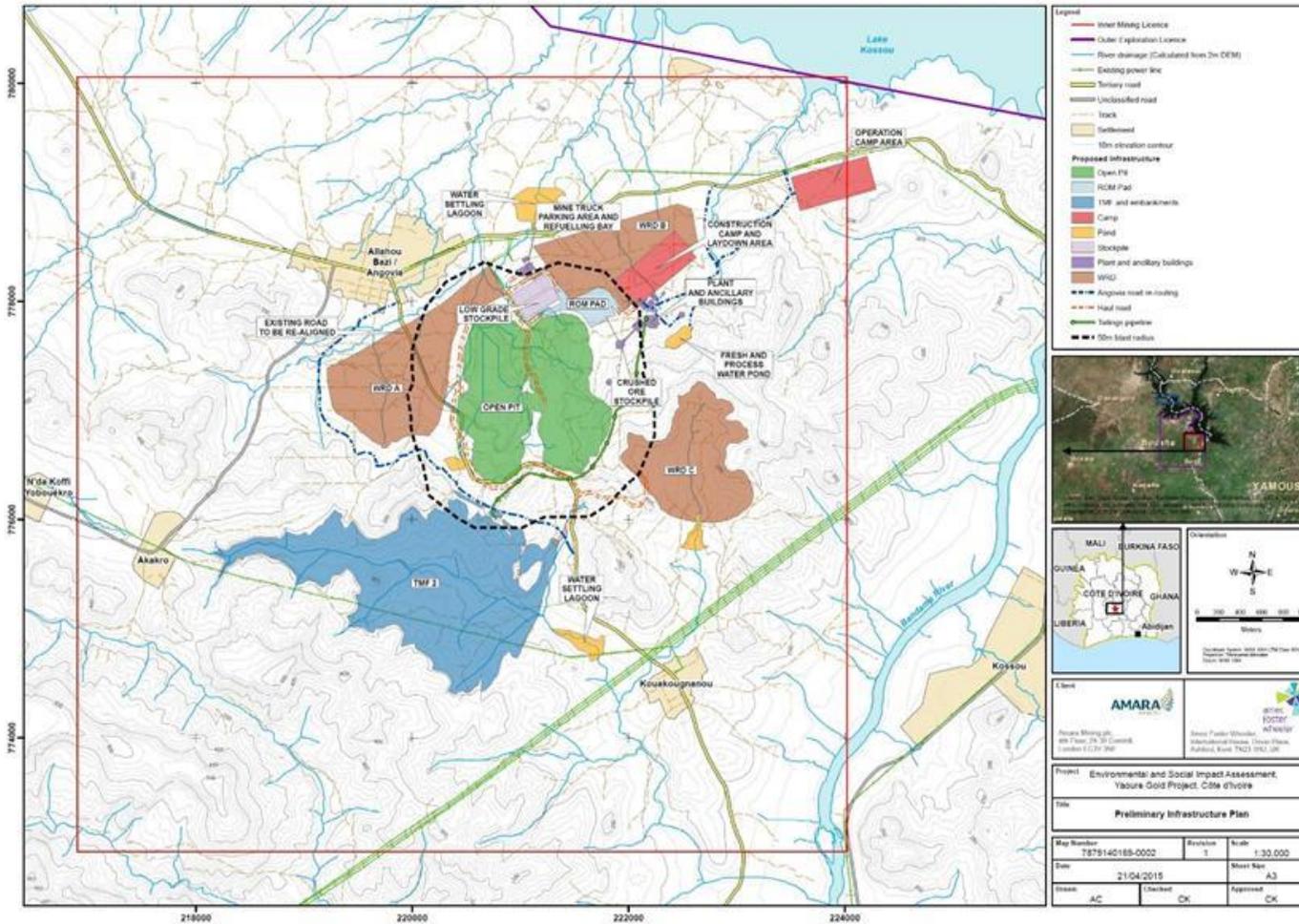
Ces sols seront stérilisés et perdus pour le système pendant toute la durée de l'exploitation et même au-delà (TMF et Ressources En Eau)

Un certain nombre de conditions du référentiel spécifique au site (environnement existant), sont réitérés ici, car ils sont pertinents si l'on veut comprendre l'importance de l'impact des activités prévues.

Les points importants sont:

- La composition physique et chimique des sols (structure et texture) et l'**ouvrabilité** associée des matériaux.
- La profondeur utilisable des sols à préserver/ dénuder et stocker;
- La couche sous-jacente de ferricrete et sa fonction d'obstacle à la progression de l'eau du sol vers le bas du profil Dans la plupart des cas (fondations profondes ou installations (barrages, etc.) cela sera détruit et peut-être complètement enlevé du système;
- Tous les sols à base humides / terres humides sont considérés comme écologiquement sensibles et important; et
- La zone importante des sols à base humide qui est considérée comme faisant partie de l'empreinte du développement (TMF et certaines Ressources En Eau).

Figure 6.1: Planification de la mine



Ces aspects (sols et capacité de la terre) auront un effet sur l'importance des évaluations attribués à l'établissement de l'impact global, les effets des actions et des activités ayant un impact localisé définitivement négatif qui est important pour les aspects environnementaux en général et les services à l'écosystème ainsi qu'à la fonctionnalité écologique de la zone.

Ces variables auront également une relation avec les recommandations de gestion faites.

Dans toute évaluation d'impact, il est important de comprendre les activités planifiées. Lors de ces actions cela devra être mesuré par rapport à la capacité naturelle de l'environnement à minimiser et gérer les impacts, tout en mettant en place les mesures valables pour ce qui ne peut être géré naturellement.

Activités prévues (voir Figure 6.1 - Plan 2015 de la mine)

Les activités principales prévues pour le développement comprennent:

- Exploitation minière à ciel ouvert
- Aire de stockage du minerai
- Décharge des Déchets Rocheux
- TMF
- Routes d'accès
- Chemins intérieurs, de transport et de service
- Usine de traitement
- Traitement et approvisionnement en eau potable
- Approvisionnement et distribution de courant électrique de secours
- Installations de traitement et de gestion de l'eau des tornades
- Installations d'habitation permanente.
- Installations temporaires, y compris la base vie des prestataires, le village du personnel de la mine et installation de traitement des eaux usées
- Les bureaux, l'atelier et les aires de dépôt.
- Stockage de carburant
- Zones de stockage des explosifs, des cyanures et réactifs/ consommables
- Installation de traitement des eaux usées et égouts.
- Système de communication externe
- Installation de gestion des ordures

Avec une compréhension du plan général d'action de haut niveau de travail du projet proposé et les installations auxiliaires et les infrastructures qui seront utilisées pour transporter et traiter / exploiter les matières premières, l'élimination du produit de déchets (résidus et roches) et la livraison de la produit fini à partir du site, les préoccupations suivantes et les impacts probables qui pourraient influencer sur les sols et la capacité des terres associées sont considérés comme d'importance allant de moyenne à haute si elles ne sont pas correctement gérées

Les impacts que l'opération envisagée provoquera sur les sols, l'utilisation et la capacité des terres comporteront :

- La perte de la ressource du sol en raison du changement d'utilisation du terrain et du retrait de la ressource du système existant (stérilisation). Ces effets sont généralement associés à la construction de l'infrastructure et des installations de soutien et à l'utilisation de la zone d'emprise pour les activités minières à ciel ouvert. Ces activités auront pour résultat la perte de la ressource du sol pendant la durée du projet et éventuellement pendant un certain temps après l'achèvement. Toutefois les effets sont réversibles pour la plupart des activités et des actions qui sont prévues. Cependant, la mine à ciel ouvert, l'emprise sur le TMF et la Ressource en eau en sont des exceptions. Ce sont des caractéristiques qui resteront en place définitivement.
- La gestion des gravas et des résidus miniers va stériliser le sol de manière permanente si les sols ne sont pas excavés et stockés et s'ils ne sont pas bien gérés.
- La perte de la ressource du sol due à l'érosion (vent et eau) des matériaux non protégés (disparition du couvert végétal et/ou de la couche arable) ;
- La perte du potentiel d'utilisation du sol et de la capacité du terrain en raison de la réduction des surfaces utiles et des zones adjacentes aux installations construites ;
- La perte permanente de l'utilisation de la terre dans les zones d'opération minière à ciel ouvert et l'emprise des ressources en eau et le TMF
- La contamination de la ressource due aux déversements de matières premières ou de produit fini et la possibilité de déversement des réactifs transportés vers le site, stockés et utilisés dans le processus ;
- La contamination des matériaux stockés ou in-situ en raison de l'impact de la poussière ou de l'eau polluée en provenance de la zone du projet et des voies de camionnage/voies de transport ; et
- La perte du potentiel d'utilisation du sol en raison de la perturbation des sols et de la perte potentielle des stocks de nutriments par infiltration et dénitrification des matériaux pendant le stockage ou en raison de la perturbation des matériaux.

6.1 Évaluation de l'impact

6.1.1 Phase de Pré-Construction et de Construction

Problème – Perte de ressource utilisable (stérilisation et érosion) compactage et contamination ou salinisation.

La phase de construction comportera un certain nombre d'activités différentes. Ce sont :

- Le décapage de tous les sols utilisables (de la surface à 450 mm ou 750 mm de profondeur selon l'activité)
- La préparation (nivellement et compactage) des zones de dépôt, fondations et zones d'emprise pour le stockage du sol utilisable déplacé de l'emprise vers les zones à ciel ouvert, l'emprise de toutes les infrastructures, le stockage du minerai extrait, les routes d'accès et les chemins de circulation.
- Le système de gestion de l'eau des tornades (barrages, réservoir d'eau etc.) et les fondations du complexe d'exploitation/récupération et les infrastructures auxiliaires associées (ateliers, baies de distribution de carburant, magasins etc.) ;
- Le nettoyage, décapage et stockage du sol suite à la construction de toutes les alimentations en eau et les servitudes de l'alimentation électrique et des systèmes de réseau ;
- L'utilisation de matériels lourds sur des sols non protégés ;
- La création de poussières et la perte de matériaux due au vent et à l'érosion par l'eau par suite de l'enlèvement de la couche végétale et l'exposition des sols ; et
- La possibilité de contamination des sols par de l'eau sale, des produits chimiques et des débordements d'hydrocarbures (écoulement de poussière et d'eau sale).

Importance de l'impact

La perte de l'utilisation des ressources des sols impactera les services de l'écosystème (nourriture, matériaux de construction et plantes médicinales) et les pratiques actuelles d'utilisation des terres (mines artisanales, parallèlement avec la variation d'intensité des cultures vivrières et semi-commerciales) Ces activités sont perçues comme économiquement très profitables à l'économie locale et aux propriétaires terriens et contribuant, et pas faiblement, aux services de l'écosystème de la zone et des alentours.

Les impacts indirects sur la disponibilité des sols et des terres comme ressource seront évidents avec l'exploitation minière et ses activités connexes limitant l'utilisation potentielle de sites spécifiques, certains de façon permanente.

Sans gestion et sans atténuation, les activités de construction nécessaires à l'exploitation minière et à ses activités auxiliaires :

- Auront un impact important et définitif sur l'environnement en raison de la perte de matériaux des sols et des services associés à l'écosystème et par conséquent aux ressources utilisables ;
- Porteront un potentiel de contamination (déversements d'hydrocarbures et de réactifs chimiques, matières premières et déversement de réactifs nécessaires à l'extraction comme les cyanides) ; généreront le compactage des zones de travail/dépôts et de l'emprunte des installations de stockage et un potentiel d'érosion (vent et eau – poussière et solides en suspension) sur les zones non protégées ;

- Pourront continuer tout au long de la phase d'implantation et la phase d'exploitation ;
- Seront permanentes quoique réversibles pour la plupart (possibilité de démontage et de réhabilitation) bien que le puits à ciel ouvert, le TMP et la Ressource en eau seront des particularités permanentes, tandis que ;
- Pour la plupart les impacts seront limités seulement au site (localisés) tandis que les écoulements et les expositions non contrôlées pourraient provoquer une surcharge sédimentaire dans les cours d'eau et les rivières et une contamination par la poussière hors du site.

Toutefois avec une bonne gestion, la perte, le degré de contamination, le compactage et l'érosion de la ressource peuvent être abaissés à un niveau plus acceptable.

La diminution de l'importance de l'impact peut être réalisée par:

- La limitation, dans la mesure du possible, de l'impact à une petite empreinte, y compris les installations de gestion des déchets, les stocks de ressources, la dimension des servitudes, des voies d'accès et de transport et de système d'acheminement lorsque c'est possible ;
- La construction de l'installation et des infrastructures connexes sur un groupe de sols moins sensibles (réduction de l'impact sur les terres et les sols humides sensibles à l'érosion et au compactage) ;
- Inculquer une prise de conscience pendant la vie de la mine que la ressource doit être stockée et gérée ;
- Le développement et l'incorporation de la gestion des sols en tant que partie intégrante des activités de gestion générale de l'environnement et l'audit indépendant de cette gestion ;
- la remise en état concomitante des tous les sites touchés qui ne sont pas indispensables pour la phase d'exploitation, par exemple la remise en état des zones de structures provisoires et d'emprise utilisées pendant l'enquête de faisabilité (puits géotechniques, tranchées etc.) et la phase de construction ;
- Effectuer le décapage des sols pendant la saison sèche lorsque les sols sont moins susceptibles d'être érodés ;
- La séparation, dans la mesure du possible, entre les sols utilisables et les matériaux à base de ferricrete et les terrains mous découverts ;
- Le revêtement efficace des risbermes et des sols, les stocks / tas de végétation ou de gros fragments de roches, et la minimisation de la hauteur des installations de stockage à 5 m et des risbermes à 1,5 m hors sol dans la mesure du possible ;
- Réduction de la circulation des véhicules sur les zones non protégées ou sensibles, ce qui réduira le compactage, et
- L'amélioration des sols (culture) pour augmenter l'oxygénation et la capacité de croissance (germination) de la régénération naturelle et/ou ensemencement des stocks de sols (maintien de la viabilité pendant la période de stockage) et les zones concomitantes de réhabilitation.

Il est évident à partir des audits entrepris dans le secteur des mines d'or, que l'incapacité à gérer les impacts sur cette importante ressource (les sols) se traduira par une perte financière ainsi que celle des services de l'écosystème, avec une résultante beaucoup plus importante et des effets en aval sur la capacité à obtenir la fermeture du site.

Impact résiduel

Les procédures de gestion ci-dessus seront susceptibles de réduire l'importance des impacts à modérés à moyen terme (Reportez-vous à **Tableau 6.1** - Avis importants pour la phase de construction).

Tableau 6.1: Importance de l'impact de la phase de Pré-Construction et de Construction

Significance Rating - Yaoure Gold Mining Project									
PRECONSTRUCTION PHASE									
Activity/Impact	Site Clearing and Grubbing of the Footprint areas associated with the open cast mining and development of waste storage and management (WRD and TMF), conveyencing and haulage ways and development of beneficiation plant and support infrastructure footprint.								
Project Phase	Preconstruction Phase								
Impact Summary	Loss of soil resource due to soil stripping where mining and associated infrastructure is to be constructed, potential for contamination and permanent loss to erosion and compaction								
Potential Impact Rating	Management	Likelihood Probability	Duration	Extent Spatial	Magnitude Scale	Sensitivity	Significance	Pos/Neg	Conf. Level
	Unmanaged	4	4	3	4	6	90	-ve	High
Management Measures	Limit the size of area of impact to a minimum.								
	Site selection for infrastructure on less sensitive soils, restriction on No Go and highly sensitive materials								
	Stripping of soils during less windy and drier months and concurrent rehabilitation of areas that are no longer needed for the project (trenches, exploration pads etc., and/or utilisation of erosion control mechanisms.								
After management Measures	Management	Likelihood Probability	Duration	Extent Spatial	Magnitude Scale	Sensitivity	Significance	Pos/Neg	Conf. Level
	Managed	4	3	2	3	6	72	-ve	Medium
Activity	Establishment of Contractors Laydown area and camp, staff village and associated access roads etc.,								
Project Phase	Preconstruction Phase								
Impact Summary	Loss of soil resource due to soil stripping of soil from the related footprint/s.								
Potential Impact Rating	Management	Likelihood Probability	Duration	Extent Spatial	Magnitude Scale	Sensitivity	Significance	Pos/Neg	Conf. Level
	Unmanaged	4	4	3	4	6	90	-ve	High
Management Measures	Limit the area of impact to a minimum								
	Site selection for infrastructure on less sensitive soils, restriction on No Go and highly sensitive materials								
	Stripping of soils during less windy and drier months if possible to limit erosion, and/or utilisation of erosion controls.								
After management Measures	Management	Likelihood Probability	Duration	Extent Spatial	Magnitude Scale	Sensitivity	Significance	Pos/Neg	Conf. Level
	Managed	4	3	2	3	6	72	-ve	Medium

CONSTRUCTION PHASE									
Activity	Development of Ramp and opening of open cast sections, construction of beneficiation plant and associated support infrastructure (Offices, workshops etc.) and the construction of conveyencing systems and routes. Also undertake construction of stormwater controls (dams and trenches/berms) and actively stockpile and manage the soils removed from the footprint to all infrastructure (including WRD and TMF).								
Project Phase	Construction Phase								
Impact Summary	Loss of resource and eco system services (soil resource), erosion, compaction, sterilisation and contamination of in-situ and stored resource (stockpiles)								
Potential Impact Rating	Management	Likelihood Probability	Duration	Extent Spatial	Magnitude Scale	Sensitivity	Significance	Pos/Neg	Conf. Level
	Unmanaged	4	4	3	4	6	90	-ve	High
Management Measures	Restriction of activities to as small an area as possible, and restriction to less sensitive soil forms								
	Use of erosion control systems as part of design criteria, concurrent rehabilitation and awareness of climatic conditions during construction (limiting of earthworks during very wet or very windy conditions)								
	Inclusion of soil utilisation and management as part of management operations and auditable activities (general housekeeping)								
	Management of vehicle movement over unprotected soils								
After management Measures	Management	Likelihood Probability	Duration	Extent Spatial	Magnitude Scale	Sensitivity	Significance	Pos/Neg	Conf. Level
	Managed	4	4	2	4	6	84	-ve	Medium
Activity	Construction of Contractors Camp and Staff Village, service road and electrical/water reticulation								
Project Phase	Construction Phase								
Impact Summary	Loss of resource and eco system services (soil resource), erosion, compaction, sterilisation and contamination of in-situ and stored resource (stockpiles)								
Potential Impact Rating	Management	Likelihood Probability	Duration	Extent Spatial	Magnitude Scale	Sensitivity	Significance	Pos/Neg	Conf. Level
	Unmanaged	4	4	3	4	6	90	-ve	High
Management Measures	Restriction of activities to as small an area as possible, and restriction to less sensitive soil forms								
	Use of erosion control systems as part of design criteria (vegetative cover - vetiver intervention), concurrent rehabilitation and awareness of climatic conditions during construction (limiting of earthworks during very wet or very windy conditions)								
	Inclusion of soil utilisation and management as part of engineering designs, management operations and auditable activities (general housekeeping)								
	Management of vehicle movement over unprotected soils								
After management Measures	Management	Likelihood Probability	Duration	Extent Spatial	Magnitude Scale	Sensitivity	Significance	Pos/Neg	Conf. Level
	Managed	4	3	2	3	6	72	-ve	Medium

6.1.2 Phase d'exploitation

Problème – Perte de ressource utilisable (stérilisation et érosion) compactage, dénitrification et contamination ou salinisation

Le fonctionnement de l'entreprise minière (mines à ciel ouvert et activités connexes) subira l'impact du transport de matériaux dans et hors du complexe, les possibilités de déversement et de contamination des matériaux in-situ et stockés, la contamination due l'écoulement d'eau sale et / ou contamination par dépôt / dispersion de poussière, la dénitrification des stocks de sols en raison d'écoulement excessifs d'eau de pluie sur des sols non consolidés et mal protégés et le rinçage des réserves d'éléments nutritifs si les matériaux stockés sont mal protégés

Le potentiel de compactage des matériaux in-situ par la circulation non contrôlée des véhicules et la perte de sols à l'environnement par l'érosion du vent et de l'eau (sous le vent et dans le ruissellement) sur un sol non protégé sont également possibles en cas de mauvaise gestion.

En résumé, les conséquences d'une mauvaise gestion seront :

- La stérilisation de la ressource des sols sur lesquels les installations sont construites. Cela sera récurrent pendant toute la durée de l'exploitation ;
- La création de poussière et la perte possible (érosion) des sols utilisables sous le vent et / ou en aval du ruissellement et le potentiel de contamination des sols et des plans d'eau par les retombées de poussières, la perte supplémentaire d'une ressource précieuse et l'impact potentiel sur les utilisateurs en aval / sous le vent conduisant à des effets cumulatifs en termes de qualité de l'air et de l'eau; à cela s'ajouteront les impacts actuels de l'élevage et de l'exploitation minière artisanale, qui ont tous deux déjà eu des effets significatifs sur l'environnement naturel. Les effets de l'érosion et de la charge sédimentaire dans les cours d'eau et les rivières sont révélateurs ;
- Le compactage des sols in-situ et stockés et la possibilité de perdre les matériaux utilisables du système ;
- La contamination des sols par l'écoulement d'eau sale ou le déversement d'hydrocarbures par les véhicules, et de réactifs (cyanides et nitrates) respectivement par l'installation d'extraction et le dynamitage, et la possibilité de poussière et d'émissions par le procédé d'enrichissement.
- Contamination des sols en utilisant de l'eau sale pour arroser les routes (suppression de la poussière) et l'irrigation des stocks de végétaux
- Possibilité de contamination des sols par déversement de réactifs lors du transport vers le site.
- Stérilisation et perte de l'écosystème en ce qui concerne les réserves de nutriments, la rétention de carbone organique et la fertilité des sols stockés; et
- Un impact sur la structure et l'équilibre aqueux des sols

Les sols stockés non gérés, laissés à découvert / non protégés seront perdus par le vent et l'érosion de l'eau, perdront leur contenu de nutriments très importants et leurs réserves de carbone organique (fertilité) seront soumis au compactage.

Un impact positif sera la remise en état de toute infrastructure provisoire utilisée pendant la phase de démarrage et de construction.

Importance de l'impact

Le résultat de l'opération sur la ressource du sol aura une importance négative entre moyenne et haute dans une situation de non gestion; cela durera pendant tout le temps

de l'exploitation (de permanente à irréversible non remise en état) et sera limitée au site proche.

Il est inévitable que certains sols soient perdus pendant la phase d'exploitation s'ils ne sont pas bien gérés et si un plan d'atténuation n'est pas inclus dans le programme général de gestion.

La mise en place de procédures de gestion bien engagées atténuera l'impact sur les sols pendant la phase d'exploitation (Stockage, sols périphériques et matériaux en aval (vent et eau))

Ces procédures devraient comporter:

- Minimisation de la zone pouvant être potentiellement impactée (érodée, compactée, stérilise, ou dénitrifiée) et réduction des activités aux zones d'emprise actuelles
- Remplacement rapide, efficace des sols pour minimiser / réduire la zone d'effet et de perturbation (remise en état concomitante dans la mesure du possible)
- Couverture effective des sols et protection adéquate contre le vent (poussière) et la contamination par de l'eau sale - végétation et / ou gainage de la roche;
- Entretien régulier des véhicules dans des zones bien construites et protégées.
- Nettoyage régulier et entretien des voies de circulation, des routes de transfert et des voies de service, installations de drainage et e contrôle de l'eau de tornades
- Rétention et gestion des déversements
- Remplacement des sols et préparation d'un lit de semences pour faciliter et accélérer le programme de réimplantation des végétaux et imiter l'érosion possible sur toutes les zones disponibles pour remise en état (servitudes provisoires); et
- Amélioration des sols (remis en état et stockés) pour augmenter les capacités des sols à faire pousser les végétaux et soutenir la capacité à retenir l'oxygène et les nutriments renfonçant ainsi les matériaux végétaux pendant la période de stockage.

Il sera nécessaire, comme élément du plan de développement, de maintenir l'intégrité des sols stockés de manière à ce qu'ils soient disponibles pour la remise en état lors du démantèlement et de la fermeture du site.

Si les quantités et qualités des sols (sols utilisables) sont correctement gérées tout au long de la phase d'exploitation, les coûts de remise en état seront réduits et l'atténuation prendra effet plus facilement et plus facilement. Cela se traduira par la réalisation d'une "Fin d'Utilisation des Terres" plus durable

Impact résiduel

À long terme (Durée de vie de l'exploitation) et si elles sont mises en œuvre correctement, les mesures d'atténuation ci-dessus réduiront l'impact sur les réserves de

sols utilisables (érosion, contamination, stérilisation) à un niveau d'importance entre modéré et possiblement bas (Reportez-vous au **Tableau 6.2**).

Toutefois, si les sols ne sont pas conservés / stockés et gérés, et qu'un plan de gestion viable n'est pas mis en œuvre, l'impact résiduel induira des coûts supplémentaires et aura des répercussions sur les zones secondaires (afin d'obtenir des matériaux de couverture, etc.).

Tableau 6.2: Phase d'exploitation – Importance de l'impact

OPERATIONAL PHASE									
Activity	Open Cast Mining and transport of raw materials/ore to beneficiation plant.								
Project Phase	Operational Phase								
Impact Summary	Loss of soil resource and eco system services (erosion), sterilisation of stockpiled materials (loss of soil nutrients) , contamination and salinisation of in-situ and stored materials and associated streams by dirty water and possible hydrocarbon spills and wind blown dust, and the compaction of materials exposed to unprotected utilisation.								
Potential Impact Rating	Management	Likelihood Probability	Duration	Extent Spatial	Magnitude Scale	Sensitivity	Significance	Pos/Neg	Conf. Level
	Unmanaged	4	4	3	4	7	105	-ve	High
Management Measures	Minimisation of area of footprint								
	Concurrent and timeous replacement of the soils after mining and as part of concurrent rehabilitation								
	Effective soil and vegetative cover to in-situ and stored materials, restriction on heights of soil dumps, and								
	Control and auditing of vehicle movements and regular servicing of equipment								
After management Measures	Management	Likelihood Probability	Duration	Extent Spatial	Magnitude Scale	Sensitivity	Significance	Pos/Neg	Conf. Level
	Managed	4	3	2	4	6	78	-ve	Medium
Activity	Conveyencing/Transport of Raw Materials/Ore to processing plant, Beneficiation, waste management and concurrent rehabilitation, Management of RoM Stockpiles and Management of Stored Resource (soils and utilisable resources).								
Project Phase	Operational Phase								
Impact Summary	Loss of resource and eco system services, sterilisation of soils and loss of soil utilisation potential, salinisation and/or contamination due to spillage of raw materials, dust and/or dirty water or hydrocarbons from vehicles and machinery. Compaction of peripheral soils if unprotected.								
Potential Impact Rating	Management	Likelihood Probability	Duration	Extent Spatial	Magnitude Scale	Sensitivity	Significance	Pos/Neg	Conf. Level
	Unmanaged	4	4	3	4	6	90	-ve	High
Management Measures	Minimisation of footprint of potential impact and concurrent rehabilitation of areas that are no longer needed for the activity								
	Effective soil and vegetative cover and timeous replacement of soils onto areas that can be rehabilitated								
	Regular cleaning and maintenance of systems and containment of spillage. Adequate stormwater controls.								
	Maintenance of integrity of stored soils, monitoring of nutrient store etc.								
After management Measures	Management	Likelihood Probability	Duration	Extent Spatial	Magnitude Scale	Sensitivity	Significance	Pos/Neg	Conf. Level
	Managed	4	3	2	4	6	78	-ve	Medium

6.1.3 Démantèlement et phase de fermeture du site.

Problème : Perte en volume et en utilisation potentielle des sols due au changement d'état des matériaux (Physique et Chimique) et père de la source de nutriments.

Les impacts sur la ressource en sols pendant la phase de démantèlement et de fermeture ont des effets à la fois négatifs et positifs, avec

- La perte de la réserve des nutriments originaux et du carbone organique des sols par leur lessivage pendant l'entreposage

- Erosion et désoxygénation des matériaux pendant le stockage
- Compactage et contamination pas la poussière due à la circulation des véhicules lors de la remise en état de la zone.
- Érosion due à la stabilisation des dénivellements et la remise en culture des zones perturbées.
- Contamination des sols remplacés par l'utilisation d'eau sale pour l'arrosage des plantes et l'élimination de la poussière sur les routes; et
- Déversement d'hydrocarbure ou de produits chimiques par l'entrepreneur et les véhicules de livraison.

Les impacts positifs sont :

- Une réduction dans les zones de perturbations et retour du potentiel d'utilisation des sols ;
- La remise au jour des zones de stockage des matériaux ; et
- La remise en état des matériaux compactés.

Importance de l'impact

Sans la mise en œuvre d'une stratégie d'intervention et d'atténuation l'impact restera une perte sèche pour la ressource des sols.

L'évaluation de l'importance restera entre les niveaux moyen et élevé négatif pour toutes les activités sans une gestion active (remise en état et intervention) pendant la phase de démantèlement, et la fermeture ne sera pas possible

Le résultat sera un impact irréversible et continu.

Cependant, avec des interventions et une gestion bien planifiée, l'évaluation de l'importance diminuera vers le niveau de moyen à faible lorsque les sols seront remplacés et la fertilisation des sols mise en œuvre après le démontage de l'infrastructure. Après l'achèvement, l'évaluation de l'importance sera positive avec une importance modérée

La remise en état en cours durant les phases d'exploitation et de démantèlement entraînera un impact net positif à long terme sur les sols, bien que la capacité de la terre soit déterminée à l'état de pâturage

L'évaluation de l'importance des activités de remise en état au cours du démantèlement et de la fermeture sera moyenne et négative en raison de la nécessité des mouvements de véhicules pour enlever les infrastructures détruites et la remise en état de(s) l'empreinte (s) d'exploitation.

De la poussière sera potentiellement générée et le sol sera probablement contaminé, compacté et érodé sauf si de bonnes mesures de gestion sont mises en œuvre.

Les impacts positifs de la remise en état sur la zone seront la réduction de l'emprise de perturbation, l'amélioration des sols affectés et l'oxygénation des moyens de croissance végétale, la stabilisation des dénivellements et la remise en culture des zones perturbées. (Couverture des Ressources En Eau et éléments du TMF)

Impacts Résiduels

À la fin de l'exploitation de la mine l'évaluation de l'impact négatif sur les sols à long terme sera réduit de moyen à bas si les mesures de gestion fixées par le Plan de Gestion de l'Environnement sont réellement mises en œuvre. (Reportez-vous à **Tableau 6.3**)

La réactivation de l'effet de la couche de ferricrete (couche de rétention) nécessitera des apports environnementaux et d'ingénierie Cette conclusion suppose que les sols utilisables seront disponibles (ils avaient été décapés et stockés), et que la couche de ferricrete (le cas échéant) avait été enlevée et stockée séparément des limons sableux et des limons argilo - sableux.

À moyen terme, l'amélioration chimique des sols aura un effet faible mais positif sur l'état des nutriments (uniquement) des sols.

Tableau 6.3: Phase de démantèlement et de fermeture - Importance de l'impact

CLOSURE/REHABILITATION PHASE									
Activity	Rehabilitation of all infrastructural areas (Offices, Workshops, Beneficiation Plant, Haulage Ways and Non essential Access Routes, Contractors Village and Staff Village) and WRD with partial cover and rehabilitation of TMF.								
Project Phase	Closure/Rehabilitation								
Impact Summary	Net Loss of soil volume and utilisation potential due to change in material status (physical and chemical) and loss of nutrient base (de-nutrication), potential for compaction, erosion and contamination, while reinstatement will increase the footprint of rehabilitated grazing land potential.								
Potential Impact Rating	Management	Likelihood Probability	Duration	Extent Spatial	Magnitude Scale	Sensitivity	Significance	Pos/Neg	Conf. Level
	Unmanaged	4	4	3	2	5	65	+ve/-ve	High
Management Measures	Re-instaement of the stored soils onto areas of disturbance where infrastructure has been demolished and removed.								
	Contour and stabilise slopes to be free draining								
	Cultivate, amelioration and oxygenation of growing medium, the planting of required vegetative cover and irrigation if required, will reduce/mange erosion, decrease compaction and stabilise the land form. This will once cover has been obtained, effectivly see the sites returned to a grazing land capability rating.								
After management Measures	Management	Likelihood Probability	Duration	Extent Spatial	Magnitude Scale	Sensitivity	Significance	Pos/Neg	Conf. Level
	Managed	4	3	2	2	5	55	+ve/-ve	Medium

À la clôture, l'impact résiduel devrait, si tous les efforts de remise en état et de gestion ont été respectés, entraîner un impact net positif, avec la zone retrouvant une capacité des terres de faible intensité de pâturage ou de statut de désert, et l'utilisation des terres retournées à l'état de terres boisées naturelles à la gestion de la faune.

7.0 RÉFÉRENCES

Chambre des Mines d'Afrique du Sud, 1981. Lignes directrices pour la remise en état des terres perturbées par l'exploitation minière de l'or en surface en Afrique du Sud Johannesburg.

Hacking et al., 2008 – Document reprenant les lignes directrices pour la philosophie de l'Évaluation de l'Impact et Système de classement de l'Importance

J. L. Brewster, K. K. S. Bhat and P. H. Nye: Plantes et Sols - La possibilité de prévoir l'absorption des solutés et de la réponse de croissance des plantes à partir des caractéristiques du sol et des plantes mesurées indépendamment (non daté)"

Mac Vicar et al.: Taxonomic Soil Classification System, 2nd edition (1991).

SSSSA, Pretoria (1991) - Non-Affiliated Soil Analysis Working Committee: Methods of soil analysis.

Richard G. Grimshaw (OBE) and Larisa Helfer: Vetiver Grass for Soil and Water Conservation, Land Rehabilitation, and Embankment Stabilization – A collection of papers and newsletters compiled by the Vetiver Network – The World Bank – Washington DC (1995).

Soil Classification Working Group: Soil classification. A taxonomic system for South Africa. Institute for Soil, Climate and Water, Pretoria (1991).

The South Africa Vetiver Network – Institute of Natural Resources – Scottsville – Mr. D. Hay and J. McCosh (1987 to present).

Van der Watt, H.v.H and Van Rooyen T. H.: A glossary of soil science, Pretoria: Soil Science Society of South Africa (1990).

Wischmeier et al.: The Soil Erodibility Nomograph (1971).

Yves Tardy, Jean-Lou, Novikoff and Claude Roquid: Petrological and Geochemical Classification of Laterites (1991).

Appendix 1 - Ferricrete Classification

Appendix 2 – Detailed Maps

