

TABLE DES MATIÈRES

3	ÉTUDE DES ALTERNATIVES	1
3.1	Variantes « sans projet » et « Avec Projet»	1
3.1.1	Variante « sans projet»	1
3.1.2	Variante « avec » projet	4
3.1.3	Résultats de l'analyse	4
3.2	Variantes reliées à la route d'accès	5
3.3	Variantes du mode d'exploitation de la mine.....	5
3.4	Variantes de procédé de traitement du minerai	9
3.5	Variantes pour l'approvisionnement en eau fraîche	9
3.6	localisation des infrastructures minières	10
3.6.1	Usine de traitement du minerai et édifices connexes du complexe industriel	10
3.6.2	Parc à résidus miniers.....	10
3.6.2.1	Description des options considérées	10
3.6.2.2	Description de la méthodologie de comparaison des sites.....	21
3.6.2.3	Comparaison des options pour les diverses catégories de critères	23
3.6.2.4	Comparaison globale des options.....	24
3.6.3	Haldes à stériles.....	25
3.7	Variantes considérées pour l'approvisionnement en électricité.....	25
3.8	Variantes considérées pour le logement des employés	26
3.8.1	Variantes considérées	26
3.8.2	Méthodologie de comparaison	26
3.8.3	Comparaison des variantes	28

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3.1.1	Impacts de la variante « sans projet »	3
Tableau 3.1.2	Impacts de la variante « avec projet »	4
Tableau 3.6.1	Caractéristiques des options de parc à résidus	11
Tableau 3.6.2	Description des critères de discrimination techniques et économiques	22
Tableau 3.6.3	Description des critères de discrimination environnementaux et sociaux	22
Tableau 3.6.4	Comparaison des critères de discrimination techniques et économiques	23
Tableau 3.6.5	Comparaison des critères de discrimination environnementaux et sociaux	24
Tableau 3.6.6	Comparaison globale des options	25
Tableau 3.8.1	Description des critères de comparaison	27
Tableau 3.8.2	Comparaison des variantes pour le logement	29

LISTE DES CARTES

Carte 3.2.1	Localisation des alternatives pour la route d'accès principale	7
Carte 3.6.1	Localisation des options initiales de parc à résidus	13
Carte 3.6.2	Vue aérienne du secteur de l'option 2.2	15
Carte 3.6.3	Vue aérienne du secteur des options 3.2 et de la variante 3.2b	17
Carte 3.6.4	Vue aérienne du secteur de l'option 6.1	19

3 ÉTUDE DES ALTERNATIVES

3.1 VARIANTES « SANS PROJET » ET « AVEC PROJET »

Les variantes « sans projet » ou « avec projet » ont été évaluées en considérant les effets de l'absence ou de la présence du projet sur l'environnement, la société et l'économie. Cette analyse a pour objectif principal d'étudier les différents scénarios et leurs incidences.

3.1.1 Variante « sans projet »

La variante « sans projet » (VSP) est caractérisée par le maintien du site à l'état actuel avec une dégradation très prononcée de la zone par les activités d'origine anthropique, en particulier l'orpaillage. En effet, l'orpaillage génère une dégradation considérable de l'environnement pendant et après la cessation des activités. Les mauvaises pratiques préjudiciables à l'environnement sur les sites d'orpaillage sont :

- Le déboisement et, conséquemment la destruction des ressources forestières et des habitats fauniques;
- La défiguration des paysages par les innombrables puits de plusieurs mètres de profondeur, creusés par les orpailleurs et qui sont source d'accidents (dangers permanents) (photos 3.1.1);
- L'usage non maîtrisé du mercure, du cyanure, du nitrate d'ammonium et d'acides forts (acides sulfurique et nitrique) qui entraîne une contamination des sols, des eaux de surface, de la nappe phréatique et des sources d'eaux utilisées dans le secteur;
- Les tonnes de terres retournées, les boues de traitements rejetées par les installations de traitement, l'entreposage des divers types de matériaux (stériles). Tous ces matériaux sont susceptibles de générer des matières en suspension dans les eaux de surface et des poussières dans l'atmosphère.

Le tableau 3.1.1 présente les impacts de la variante « sans projet ».



Photos 3.1.1 Situation actuelle du site dans les secteurs d'orpaillage

Tableau 3.1.1 Impacts de la variante « sans projet »

Composantes	Sans projet	Nature de l'impact	Étendue
Environnement	Maintien de l'état actuel du site avec l'absence de remise en état du site qui est présentement très perturbé. En effet, les sites d'orpaillage sont occupés par des centaines d'orpailleurs nationaux et étrangers. Ces travailleurs ont procédé à des fouilles (puits et tranchées) sur le périmètre sollicité. Pour effectuer leurs fouilles, les orpailleurs utilisent des puits ronds d'une profondeur d'environ une dizaine de mètres	Négative	Locale
	Maintien de la situation actuelle avec la présence des « diouras » et leur impact sur le milieu et l'absence d'un cadre formalisé de suivi environnemental de ce site	Négative	Locale
Socio-économie	Persistance des « diouras » dans la zone avec la présence des orpailleurs qui ont une influence négative sur les populations locales en raison de la dépravation des mœurs	Négative	Régionale
	Perte de ressources pour l'État, car la zone fait l'objet d'une exploitation informelle L'option « pas de projet » implique une perte substantielle de revenus potentiels pour l'État. Par ailleurs, l'abandon du projet entraîne la disparition de perspectives d'emplois bien rémunérés pour les communautés locales et au Sénégal en général. De même, l'abandon du projet élimine des opportunités d'affaires pour les fournisseurs de biens et les prestataires de services, tant à l'échelle locale que nationale. Par ailleurs, la contribution des projets miniers ne se comptabilise pas uniquement en termes de déboursés directs reliés aux activités d'opération de la mine. En effet, avec l'abandon du projet, nombre d'emplois indirects tels que ceux qui auraient pu être créés chez des fournisseurs de biens et de services en raison de liens d'affaire avec la mine ne seront pas créés. De même, la contribution que la mine de Boto aurait pu apporter au développement des communautés ne se matérialisera pas.	Négative	Régionale
	Impossibilité d'une utilisation future du site par les populations en l'absence de réhabilitation et de décontamination	Négative	Locale

3.1.2 Variante « avec » projet

Le tableau 3.1.2 présente les impacts de la variante « avec projet ».

Tableau 3.1.2 Impacts de la variante « avec projet »

Composantes	Avec projet	Nature de l'impact	Étendue
Environnement	Meilleure organisation de l'espace et maîtrise des impacts environnementaux sur le site.	Positive	Locale
	Existence d'un schéma de réhabilitation à la fin de l'exploitation du site En effet, pour débiter le processus d'exploitation d'un gisement donné (principalement le gisement Boto-5), la société minière doit nécessairement procéder au décapage superficiel des secteurs affectés par les activités d'orpaillage. Ainsi, ultimement les zones perturbées par les activités d'orpaillage dans le secteur Boto-5 seront réhabilitées par la société minière.	Positive	Locale
Socio-économie	Perte de potentiel de revenu pour les petits exploitants miniers. En effet, le site se trouve dans une zone d'exploitation artisanale active. Dans ce cas, le risque de conflits socioéconomiques autour des cibles aurifères communes est réel. En effet, les cibles aurifères visées par AGEM Sénégal sont identiques à celles des exploitants artisanaux. Toutefois, les retombées économiques de chacun des projets miniers se déroulant au Sénégal sont très importantes pour le Gouvernement. Les revenus totaux pour le Gouvernement du Sénégal comprennent : <ul style="list-style-type: none"> • les redevances proportionnelles; • la taxe superficielle; • l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux (IBIC); • l'impôt unique sur les traitements et salaires (IUTS); • l'impôt sur le revenu des valeurs mobilières (IRVM); • les droits de douane et affiliés; et • la taxe sur la valeur ajoutée (TVA) pour les produits pétroliers. En plus des revenus issus de la compagnie minière, les impôts sur les salaires de travailleurs constituent une source non négligeable de revenu pour le gouvernement.	Négative	Locale
		Négative	Locale
	Possibilité de valorisation future du site (qui sera réhabilité après exploitation) par les populations.	Positif	Locale

3.1.3 Résultats de l'analyse

L'analyse des variantes a permis de démontrer que l'option « avec projet » est la plus optimale du point de vue environnemental, car la réalisation du projet pourrait permettre la remise en état des sites dévastés par l'orpaillage traditionnel au niveau de la fosse satellite de Boto-5.

Cependant, sur le plan social, le risque de conflit avec les orpailleurs dans la zone est réel d'où la nécessité d'une implication des autorités administratives et des services techniques à travers un plan de communication (à dérouler) dans la zone.

3.2 VARIANTES RELIÉES À LA ROUTE D'ACCÈS

Pour accéder au site du projet Boto, deux possibilités s'offrent à AGEM Sénégal, soit :

1. Une voie d'accès partant de Saraya, et traversant les villages de Baytilaye et de Nafadji, puis les hameaux de Boféto, Boto et Diakha- Guémedji;
2. Une voie d'accès partant de Saraya, et traversant les villages de Baytilaye et de Nafadji, puis les villages de Saroudia et de Médina Baffé et enfin, les hameaux de Noumoufoukha, Sonkoya, Fandiandia et Nienguéya.

Ces deux tracés sont illustrés à la carte 3.2.1. Ces deux alternatives de voies d'accès ont chacune des avantages et des inconvénients. Pour la route d'accès passant par Boféto, cette alternative a pour avantage de traverser moins de lieux habités, et donc de moins impacter négativement les populations locales (accidents, émission de poussières, bruits, etc.). Il est à noter que le hameau de Diakha (Sénégal) a été relocalisé de part et d'autre de cette route en 2017. Une voie de contournement sera donc aménagée afin d'assurer la sécurité des habitants du nouveau hameau Diakha-Guémedji. Par contre, cette alternative implique un désenclavement moins important de villages et hameaux.

Pour la route d'accès passant par Medina Baffé, cette alternative a pour avantage de désenclaver plusieurs villages et hameaux, particulièrement le village de Medina Baffé qui est le siège de la commune rurale englobant plusieurs des villages de la zone du projet. Le désenclavement a un impact connu sur le développement économique d'un secteur. Par contre, cette voie d'accès implique des impacts plus importants (risque d'accident pour l'homme, le bétail et les engins roulants, émission de poussières, bruit, etc.).

Dans les deux alternatives, la construction d'un pont est à envisager.

À ce stade de projet, les deux alternatives restent viables, mais celle passant par Bofeto est privilégiée. De concert avec les autorités, l'alternative la plus viable pour le projet, la communauté et les autorités sera retenue.

3.3 VARIANTES DU MODE D'EXPLOITATION DE LA MINE

Il y a deux principaux types d'exploitation minière, soit l'exploitation en surface par la méthode de la fosse à ciel ouvert et l'exploitation souterraine. Le choix du type d'exploitation dépend de plusieurs facteurs dont les principaux sont la profondeur de la zone minéralisée, la répartition des teneurs en minéraux à l'intérieur même du gisement et les coûts d'exploitation.

Dans le cas du projet de Mine d'Or de Boto, le gisement est situé près de la surface, et ce, tant dans le cas du gisement de Malikoundi que de Boto-5. D'une manière générale, les teneurs en minerai sont faibles et disséminées d'une manière inégale dans le gisement. La méthode de la fosse à ciel ouvert se prête bien à ce type de gisement. Il s'agit d'une méthode d'exploitation relativement simple, semblable à l'exploitation d'une carrière de pierre et d'agrégats. Le pendage du gisement de Boto avoisine 55 degrés, ce qui amène une exploitation par fosse et non par découverte, pour minimiser les quantités minées.

Par contre, cette méthode implique l'extraction d'une grande quantité de matériel stérile pour accéder aux zones minéralisées. Elle implique donc l'aménagement en surface de haldes à stériles, qui peuvent souvent occuper une grande surface.

Limite du permis Boto

Voies d'accès

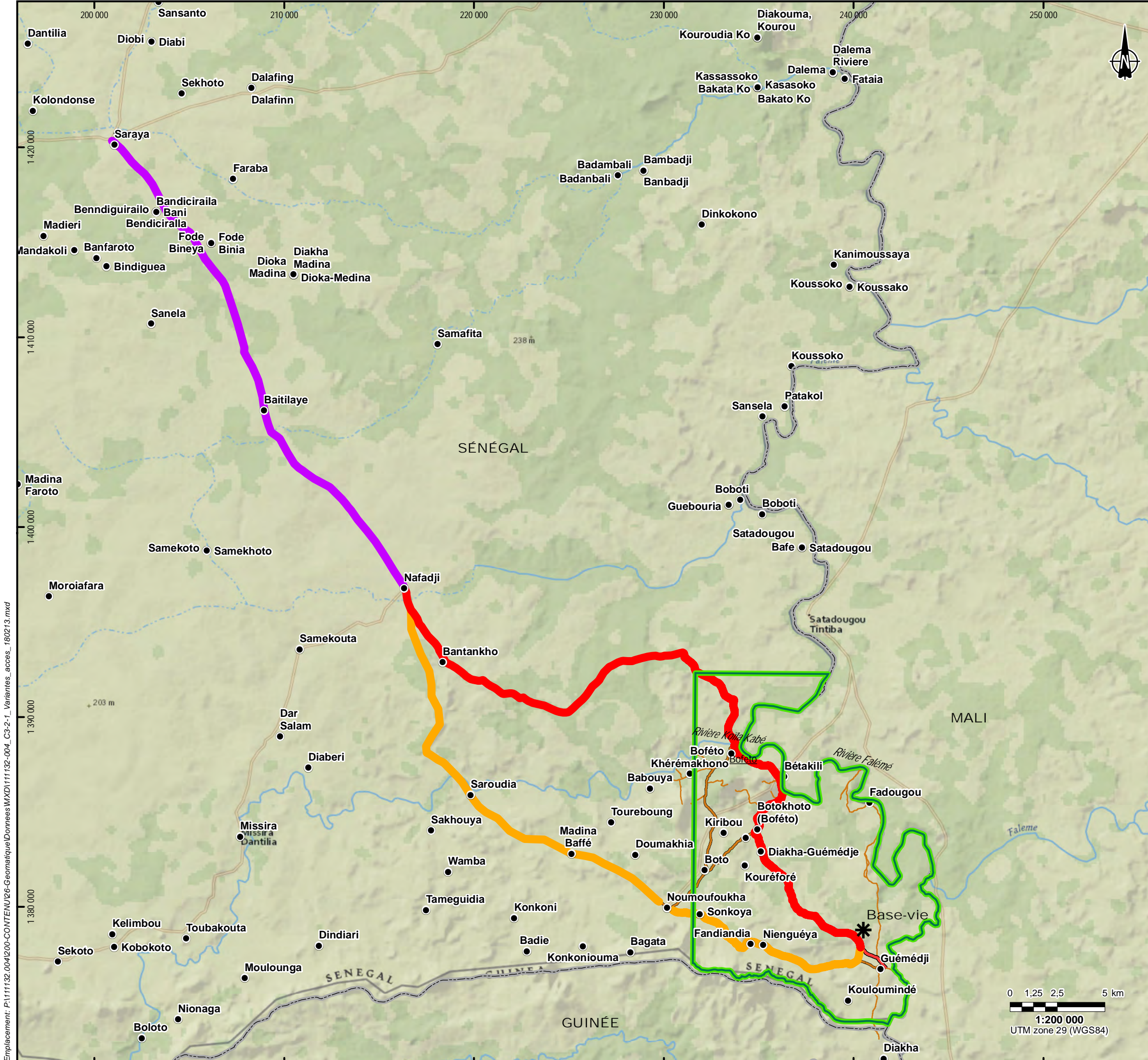
tronçon commun

option 1

option 2

route secondaire

chemin carrossable



Étude d'impact environnemental et social
PROJET BOTO, SÉNÉGAL

Variantes relatives à la route d'accès principale



FÉVRIER, 2018

Fichier : 111132-004_C3-2-1_Variantes_accès_180213.mxd
Base carto.: National Geographic World Map, 2016

Carte 3.2.1

Emplacement: P:\111132_004\200-CONTENU\26-Geomatique\Donnees\WXD\111132-004_C3-2-1_Variantes_accès_180213.mxd

L'empreinte au sol d'une mine exploitée par voie souterraine est généralement moindre qu'une mine à ciel ouvert d'une capacité de production équivalente. Par contre, ce type d'exploitation se prête davantage aux gisements où les teneurs économiques sont présentes dans des portions bien définies du gisement (exemple : veines d'or), ce qui n'est pas le cas pour le projet Boto où l'or est disséminé un peu partout dans les gisements. En outre, l'extraction par voie souterraine nécessite un système sophistiqué d'approvisionnement en air pour les mineurs et d'expulsion de l'air vicié vers l'extérieur. Les risques pour la sécurité des travailleurs sont généralement plus grands dans ce type d'exploitation, notamment en raison de l'instabilité du massif rocheux souvent inhérente aux gisements souterrains. Par ailleurs, l'exploitation souterraine requiert des mineurs bien formés alors que l'exploitation par fosse à ciel ouvert nécessite surtout des opérateurs de machinerie qui sont plus faciles à trouver (et à former) au Sénégal.

Tel que précisé au chapitre 2, pour les gisements Malikoundi et Boto-5, les études économiques et d'ingénierie réalisées par AGEM Sénégal et ses consultants ont démontré que l'exploitation par fosse à ciel ouvert est la plus appropriée et celle qui offre la meilleure rentabilité. C'est donc cette méthode d'exploitation qui a été retenue.

3.4 VARIANTES DE PROCÉDÉ DE TRAITEMENT DU MINERAI

Deux procédés de traitement du minerai ont été considérés, soit le procédé dit « lixiviation en tas » et le procédé dit « charbon en-pulpe ».

En raison du fort contenu en argile d'une partie significative du minerai, la percolation des eaux cyanurées à travers la pile de minerai requise pour la lixiviation en tas est limitée. De plus, une partie importante de l'or est contenu dans la pyrite et est donc difficilement mis en solution par simple percolation des eaux cyanurées à travers la pile de minerai.

Dans ce contexte, le procédé dit « charbon en-pulpe » ou CIP a été retenu pour le projet Boto, car il se prête bien aux minerais montrant un contenu important en argile.

3.5 VARIANTES POUR L'APPROVISIONNEMENT EN EAU FRAÎCHE

Tel que décrit au chapitre 2, le procédé de traitement du minerai implique l'utilisation d'une quantité importante d'eau. Les besoins de l'usine en eau de procédé sont environ 2,59 Mm³. La majeure partie des besoins quotidiens du procédé sera assurée par la réutilisation et le recyclage de l'eau accumulée au parc à résidus miniers (environ 1,84 Mm³ par an). Or, il est nécessaire pour le bon fonctionnement du procédé d'utiliser de l'eau fraîche, plus propre, dans certaines portions critiques du traitement du minerai aurifère.

Selon les études d'ingénierie complétées, il est estimé que les besoins annuels en eau fraîche du procédé seront d'environ 750 000 m³. Ces eaux fraîches seront collectées dans le bassin d'eaux fraîches.

Les options suivantes ont été prises en considération comme sources d'approvisionnement en eau fraîche pour le site minier :

- Eaux souterraines puisées à l'aide de forages;
- Eaux de surface.

En raison de la faible perméabilité de la saprolite et de la couche de transition, les débits de pompage des eaux souterraines dans le secteur du projet sont nettement insuffisants pour répondre aux besoins d'un projet minier.

Ainsi, les eaux fraîches collectées dans le bassin d'eaux fraîches proviendront en quasi-totalité des eaux de ruissellement autour du bassin, des eaux de ruissellement de la halde de minerai à basse teneur et des eaux de dénoyage des fosses Malikoundi et Malikoundi Nord. La localisation du bassin a été choisie pour

tirer avantage d'une vallée naturelle, ce qui limite le nombre et l'envergure des digues à construire. De même, la position dans une vallée permet de recueillir davantage d'eaux de ruissellement dans le bassin.

3.6 LOCALISATION DES INFRASTRUCTURES MINIÈRES

3.6.1 Usine de traitement du minerai et édifices connexes du complexe industriel

Lorsqu'un seul gisement est exploité, le site idéal de l'usine est localisé à faible distance du gisement sur un terrain de bonne capacité, et ce, afin de réduire les distances de transport du minerai depuis la fosse. L'usine ne doit cependant pas être trop proche de la fosse en raison des vibrations et potentiels mouvements de terrain occasionnés par les opérations de dynamitage. Une usine trop proche empêcherait également l'expansion latérale éventuelle de la fosse.

Lorsque le projet minier comprend l'exploitation de plusieurs gisements, il peut être envisagé de positionner l'usine de traitement entre les divers gisements afin d'optimiser les coûts totaux de transport de minerai.

Dans le cas du projet de Boto, plus de 90 % du minerai proviendra du gisement Malikoundi. Dans ce contexte, le site de l'usine de traitement sera localisé à environ 400 m à l'ouest de la fosse Malikoundi (voir carte 2.1.2 au chapitre 2). Ce lieu a été choisi en raison de sa proximité avec la fosse Malikoundi, mais également en raison d'un grand plateau composé de sols ayant la capacité portant nécessaire à l'exploitation de lourds équipements comme des broyeurs, concasseurs, convoyeurs, épaisseurs et cuves de lixiviation.

Conformément aux exigences du Code de l'environnement, l'usine de traitement du minerai ainsi que les édifices connexes composant le complexe industriel (centrale énergétique, parc pétrolier, entrepôt, laboratoires, ateliers, bureaux administratifs, etc.) sont localisés à plus de 500 m des zones habitées d'une manière permanente, des cours d'eau importants et autres éléments sensibles du milieu.

3.6.2 Parc à résidus miniers

La sélection de la localisation du parc à résidus a été réalisée en se basant sur la démarche et les concepts présentés dans le document d'Environnement Canada intitulé « Guide sur l'évaluation des solutions de rechange pour l'entreposage des déchets miniers » publié en juillet 2013.

3.6.2.1 Description des options considérées

Dans un premier temps, après analyse préliminaire portant sur six options générales, trois options particulières ont été considérées pour la localisation du parc à résidus lors de la sélection réalisée en 2016. Les options considérées sont appelées Option 2.2, Option 3.2 et Option 6.1 (tableau 3.6.1). Il est à noter que suite à l'optimisation du projet en 2017, une variante de l'Option 3.2 a été également considérée, appelée ici Option 3.2 b.

Les caractéristiques des options sont fournies au tableau 3.6.1. La localisation des trois options comparées lors de l'étude de sélection de 2016 est présentée à la carte 3.6.1. Les cartes 3.6.2 à 3.6.4 montrent, quant à elles, une vue aérienne des secteurs de ces trois options pour la localisation du parc à résidus. La carte 3.6.3 présente la localisation de l'option 3.2 originale et de sa variante 3.2 b.

Tableau 3.6.1 Caractéristiques des options de parc à résidus

Caractéristiques	Option 2.2	Option 6.1	Option 3.2	Option 3.2 b
Superficie du réservoir (Mm ²)	2,3	1,34	2,6	1,93
Superficie du bassin versant (Mm ²)	>7,5	1,86	6,4	2,63
Capacité (Mm ³)	18,3	18,0	19,4	20,4
Potentiel de capacité supplémentaire (Mm ³)	7,3	0	7,9	9,2
Hauteur maximale des digues (m)	25	30	28	30
Volume total des digues (Mm ³)	1,3	4,9	1,9	3,8
Distance moyenne par rapport à l'usine	2,6	0,9	2,4	1,8
Déversoir d'urgence	Oui	Oui	Oui	Oui

3.6.2.1.1 Option 2.2

Avec l'option 2.2, le parc à résidus miniers serait localisé à l'ouest du village de Guémedji et au sud-ouest de l'usine de traitement du minerai. La distance entre l'usine et le centre du parc à résidus est de 2,2 km.

La capacité d'un parc à résidus miniers localisé au site 2.2 a été estimée à 18,3 Mm³ (tableau 3.6.1). La hauteur maximale des digues requises pour stocker les résidus est de 25 m et le volume de celles-ci est de 1,3 Mm³. La superficie qu'occuperait un parc à résidus miniers localisé au site 2.2 a été estimée à 2,3 Mm².

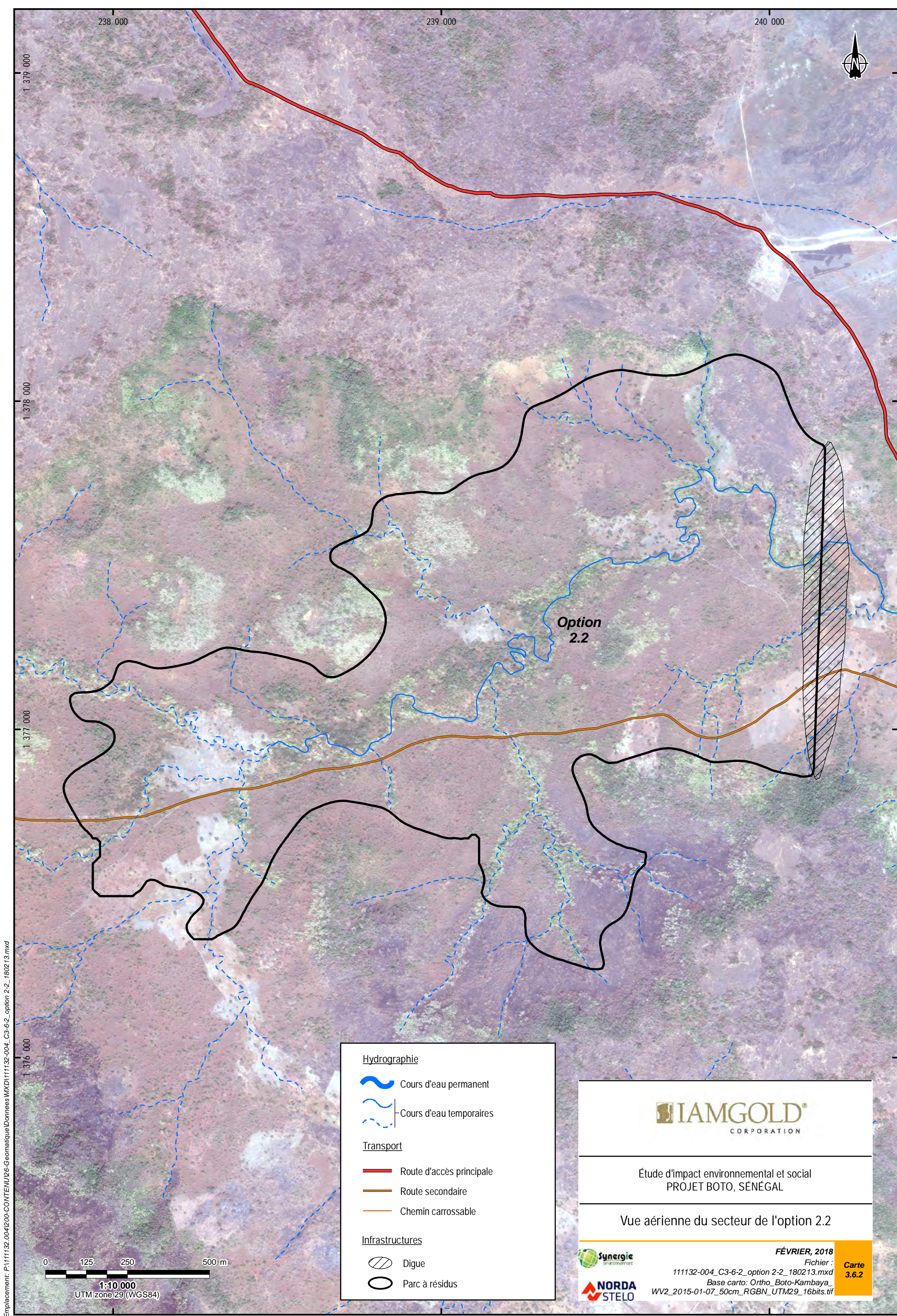
En cas d'événement météorologique extrême, les eaux évacuées par le déversoir d'urgence du parc seraient rejetées dans un petit cours d'eau temporaire passant au nord de Guémedji avant de rejoindre la rivière Balinko en aval dudit village.

3.6.2.1.2 Option 3.2

Si l'option 3.2 était sélectionnée, le parc à résidus miniers serait localisé au nord-ouest de l'usine de traitement de minerai et du village de Guémedji. La distance entre l'usine et le centre du parc à résidus est de 2,1 km.

La capacité d'un parc localisé au site 3.2 est estimée à 19,4 Mm³. La hauteur maximale des digues est de 28 m et le volume de celles-ci est de 1,9 Mm³. La superficie qu'occuperait un parc localisé au site 3.2 a été estimée à 2,6 Mm².

En cas d'événement météorologique extrême, les eaux évacuées par le déversoir d'urgence du parc seraient rejetées dans un petit cours d'eau temporaire situé au nord rejoignant la rivière Falémé à proximité du village de Fadougou.



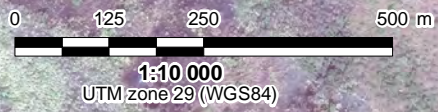
Emplacement: P:\111132-004\200-CONTENU\26-Geomatique\Donnees\WXD\11132-004_C3-6-2_option 2-2_180213.mxd

238 000 239 000 240 000
 1 379 000
 1 378 000
 1 377 000
 1 376 000

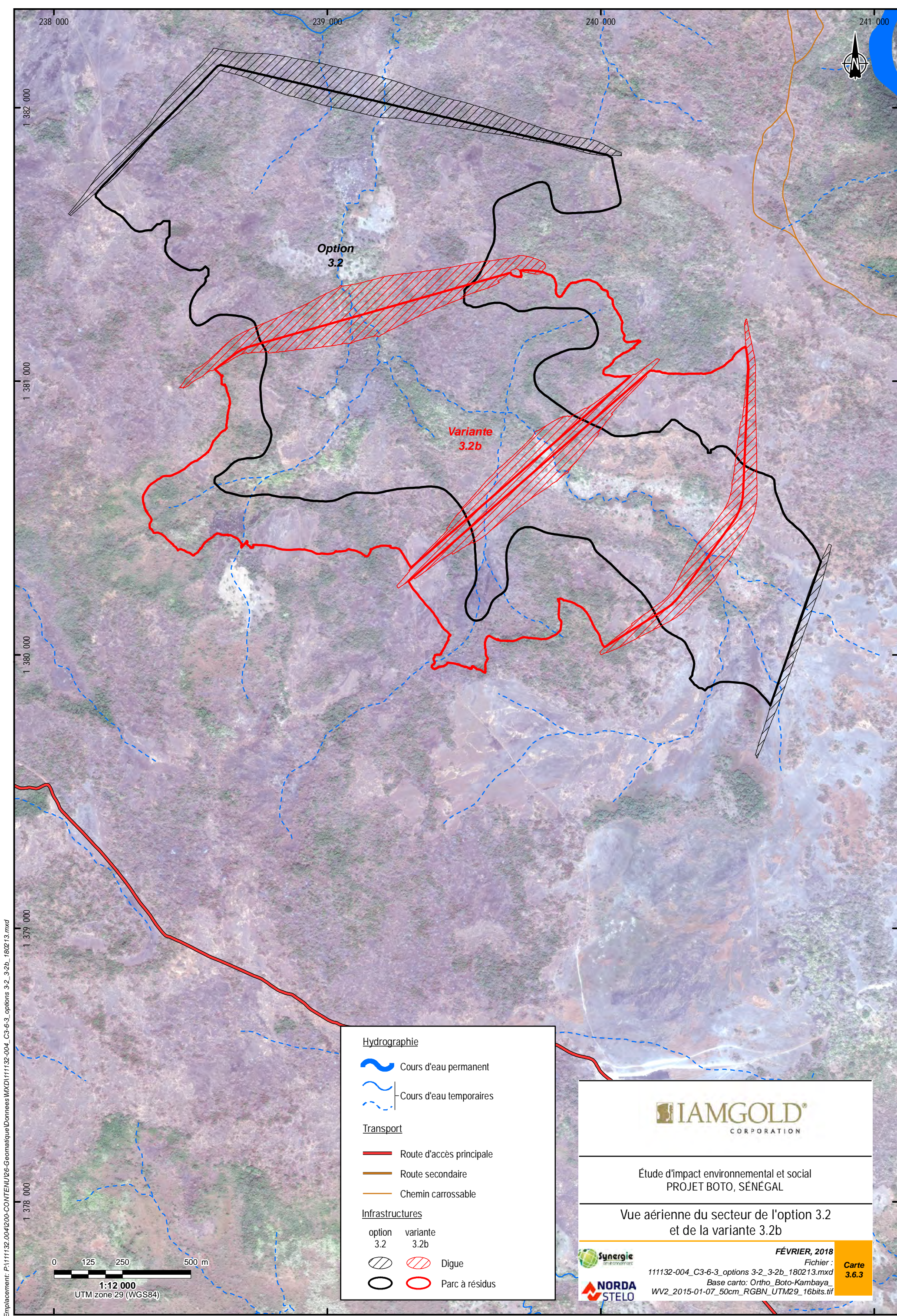


Option 2.2

Hydrographie	
	Cours d'eau permanent
	Cours d'eau temporaires
Transport	
	Route d'accès principale
	Route secondaire
	Chemin carrossable
Infrastructures	
	Digue
	Parc à résidus



Étude d'impact environnemental et social PROJET BOTO, SÉNÉGAL	
Vue aérienne du secteur de l'option 2.2	
	FÉVRIER, 2018
Fichier : 111132-004_C3-6-2_option 2-2_180213.mxd	
Base carto: Ortho_Boto-Kambaya_WV2_2015-01-07_50cm_RGBN_UTM29_16bits.tif	
	Carte 3.6.2



Emplacement: P:\111132-004\200-CONTENU\26-Geomatique\Donnees\WXD\11132-004_C3-6-3_options 3-2_3-2b_180213.mxd

Option
3.2

Variante
3.2b

Hydrographie	
	Cours d'eau permanent
	Cours d'eau temporaires
Transport	
	Route d'accès principale
	Route secondaire
	Chemin carrossable
Infrastructures	
option 3.2	variante 3.2b
	Digue
	Parc à résidus

Étude d'impact environnemental et social
PROJET BOTO, SÉNÉGAL

Vue aérienne du secteur de l'option 3.2
et de la variante 3.2b

NORDA STELO

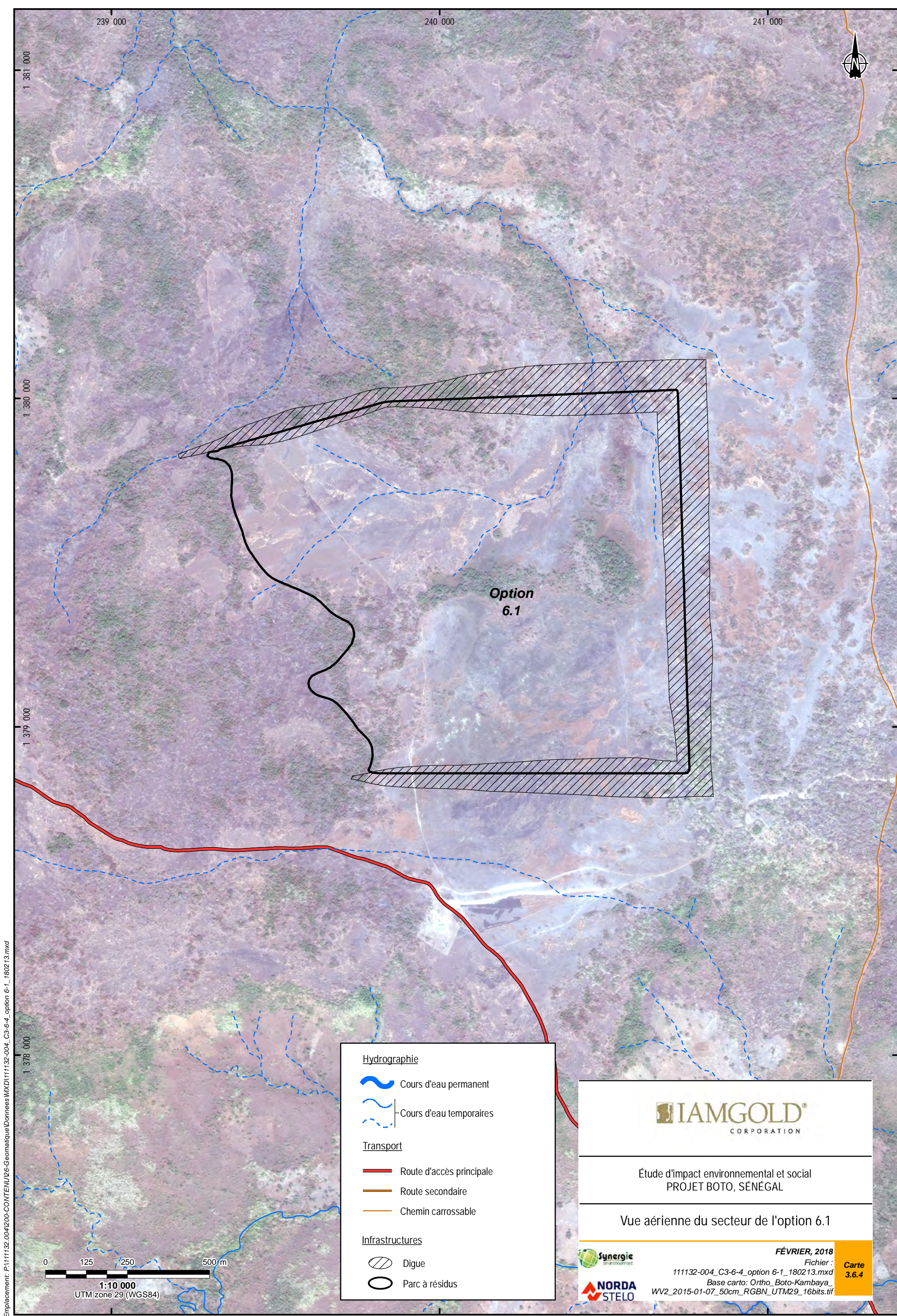
FÉVRIER, 2018

Fichier : 111132-004_C3-6-3_options 3-2_3-2b_180213.mxd

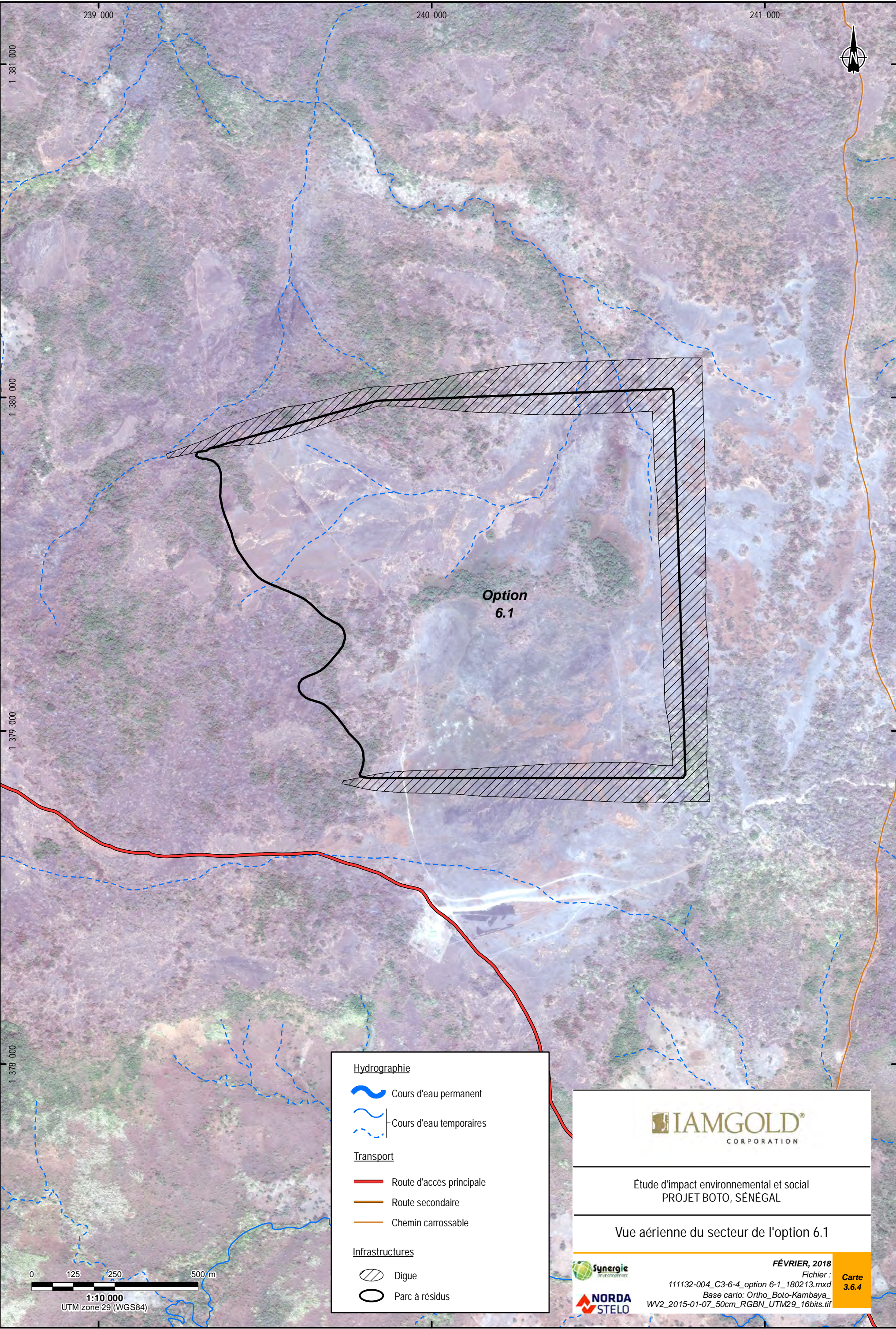
Base carto: Ortho_Boto-Kambaya_WV2_2015-01-07_50cm_RGBN_UTM29_16bits.tif

Carte
3.6.3










Emplacement: P:\111132-004\200-CONTENU\26-Geomatique\Donnees\WXD\11132-004_C3-6-4_option 6-1_180213.mxd





Hydrographie

-  Cours d'eau permanent
-  Cours d'eau temporaires

Transport

-  Route d'accès principale
-  Route secondaire
-  Chemin carrossable

Infrastructures

-  Digue
-  Parc à résidus



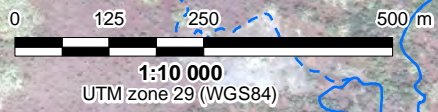
Étude d'impact environnemental et social
PROJET BOTO, SÉNÉGAL

Vue aérienne du secteur de l'option 6.1



FÉVRIER, 2018
Fichier :
111132-004_C3-6-4_option 6-1_180213.mxd
Base carto: Ortho_Boto-Kambaya_
WV2_2015-01-07_50cm_RGBN_UTM29_16bits.tif

Carte
3.6.4



3.6.2.1.3 Option 3.2 b

Si l'option 3.2 b était sélectionnée, le parc à résidus miniers serait localisé au nord-ouest de l'usine de traitement de minerai et du village de Guémedji. La distance entre l'usine et le centre du parc à résidus est de 1,7 km.

La capacité d'un parc localisé au site 3.2 b est estimée à 20,4 Mm³. La capacité du parc pour cette option est plus grande, car, suite à l'optimisation du projet en 2017, les besoins en entreposage de résidus ont été augmentés.

La hauteur maximale des digues est de 30 m et le volume total de celles-ci est de 3,78 Mm³. La superficie qu'occuperait un parc localisé au site 3.2 b est de 1,93 Mm².

Par ailleurs, la stratégie prévoit la construction et l'opération d'une cellule initiale dans un premier temps, puis d'une seconde cellule dans un deuxième temps. Cette approche favorise la restauration progressive du parc à résidus.

3.6.2.1.4 Option 6.1

Avec l'option 6.1, le parc à résidus miniers serait localisé au nord-ouest du village de Guémedji et à l'ouest de l'usine de traitement du minerai. La distance entre l'usine et le centre du parc à résidus est de 0,5 km.

La capacité d'un parc à résidus localisé au site 6.1 a été estimée à 18,0 Mm³. La hauteur maximale des digues est de 30 m et le volume de celles-ci est de 4,9 Mm³. La superficie de cette aire de confinement est de 1,34 Mm².

En cas d'événement météorologique extrême, les eaux évacuées par le déversoir d'urgence du parc seraient rejetées dans un petit cours d'eau temporaire situé au nord rejoignant la rivière Falémé à proximité du village de Fadougou.

3.6.2.2 Description de la méthodologie de comparaison des sites

La méthodologie retenue pour la sélection de sites est inspirée de celle prescrite dans le « Guide sur l'évaluation des solutions de rechange pour l'entreposage des déchets miniers » d'Environnement Canada. La majorité des paramètres de sélection suggérés dans ledit document ont été considérés dans la présente sélection de sites. Tel que mentionné précédemment, la sélection de sites réalisée en 2016 a porté sur les options 2.1, 3.2 et 6.1.

Aux fins de comparaison des options, 7 critères économiques, 11 critères techniques, 9 critères environnementaux et 5 critères sociaux ont été considérés (tableaux 3.6.2 et 3.6.3). Une pondération a été accordée à chacun des critères afin de tenir en compte de leur importance relative.

Pour chaque catégorie de critères, une pondération a également été accordée. Ainsi, la pondération des aspects technico-économiques (5 + 3 = 8) est similaire à la pondération des aspects socio-environnementaux (4 + 4 = 8). Une valeur relative variant de 1 à 9 a été accordée à chacun des critères pour les trois options.

Ainsi, pour chaque critère, le pointage est obtenu en multipliant le pointage par la pondération. Le pointage final est obtenu en tenant compte de la pondération d'un critère à l'intérieur de la catégorie de critères et de la pondération de la catégorie de critères.

Tableau 3.6.2 Description des critères de discrimination techniques et économiques

Catégorie de critères	Pondération de la catégorie	Critères	Pondération du critère
Critères économiques	5	Coût initial de capital	4
		Coût de capital à long terme	3
		Coût d'opération	3
		Coût de fermeture et de réhabilitation	2
		Coût des matériaux d'emprunt	3
		Coût de déforestation	3
		Coût du pompage	2
Critères techniques	3	Distance de l'usine	2
		Impact sur les autres infrastructures	2
		Facilité d'accès	1
		Faisabilité technique	5
		Complexité de la construction	4
		Flexibilité opérationnelle	3
		Potentiel d'expansion	2
		Intégration dans le plan global de gestion des eaux	4
		Intégration à la topographie existante	2
		Connaissance du contexte hydrogéologique	2
		Facilité de gestion des eaux de surface	3

Tableau 3.6.3 Description des critères de discrimination environnementaux et sociaux

Catégorie de critères	Pondération de la catégorie	Critères	Pondération du critère
Critères environnementaux	4	Exposition aux vents dominants	3
		Distance de l'usine (longueur des conduites)	4
		Conséquence d'une rupture de digue	5
		Impact potentiel sur les eaux souterraines	2
		Impact potentiel sur les débits des eaux de surface	2
		Impact potentiel sur la qualité des eaux de surface	2
		Impact direct potentiel sur les zones écologiques sensibles (localisation)	4
		Impact indirect potentiel sur zones écologiques sensibles et la faune	3
		Impact potentiel sur les habitats aquatiques	1
Critères sociaux	4	Impact sur l'utilisation du territoire	4
		Impact sur les routes et autres infrastructures publiques existantes	3
		Proximité des habitations	4
		Impact potentiel sur les sites archéologiques, sacrés et religieux	4
		Impact sur le paysage	4

3.6.2.3 Comparaison des options pour les diverses catégories de critères

3.6.2.3.1 Critères économiques

L'option 6.1 est économiquement défavorisée en raison de la taille des digues à construire qui a un impact significatif sur les coûts de construction (capital), d'opération et de pompage (tableau 3.6.4). L'option 3.2 est plus favorable que l'option 2.1 en raison des coûts moindres pour la déforestation. L'option 3.2 est donc la plus favorable en ce qui concerne les critères économiques.

3.6.2.3.2 Critères techniques

L'option 6.1 est techniquement défavorisée en raison de la faible topographie du secteur et donc de la faible intégration à la topographie existante. Son potentiel d'expansion est très limité, ce qui constitue un grand désavantage advenant la découverte de ressources minières supplémentaires.

L'option 3.2 est plus favorable que l'option 2.1 en raison de sa localisation sur le même grand plateau qui accueillera l'usine de traitement, les fosses Malikoundi et Malikoundi Nord ainsi que et la halde de minerai à basse teneur et la halde de stériles Malikoundi. L'option 3.2 est donc la plus favorable en ce qui concerne les critères techniques.

Tableau 3.6.4 Comparaison des critères de discrimination techniques et économiques

Critères	Pondération du critère	Option 2.1		Option 3.2		Option 6.1	
		Valeur	Pointage	Valeur	Pointage	Valeur	Pointage
Coût initial de capital	4	9	36	7	28	3	12
Coût de capital à long terme	3	9	27	8	24	7	21
Coût d'opération	3	7	21	9	27	3	9
Coût de fermeture et de réhabilitation	2	8	16	8	16	9	18
Coût des matériaux d'emprunt	3	7	21	9	27	8	24
Coût de déforestation	3	3	9	5	15	9	27
Coût du pompage	2	8	18	9	18	3	6
Moyenne pondérée (critères économiques)		7,3		7,8		5,9	
Distance de l'usine	2	6	12	7	14	9	18
Impact sur les autres infrastructures	2	9	18	9	18	1	2
Facilité d'accès	1	9	9	7	7	9	9
Faisabilité technique	5	7	35	7	35	9	45
Complexité de la construction	4	9	36	9	36	6	24
Flexibilité opérationnelle	3	8	24	9	27	4	12
Potentiel d'expansion	2	8	16	9	18	4	8
Intégration dans le plan global de gestion des eaux	4	6	24	9	36	7	28
Intégration à la topographie existante	2	9	18	8	16	1	2
Connaissance du contexte hydrogéologique	2	7	14	7	14	9	18
Facilité de gestion des eaux de surface	3	9	27	7	21	5	15
Moyenne pondérée (critères techniques)		7,8		8,1		6,0	

3.6.2.3.3 Critères environnementaux

L'option 6.1 est la plus favorable d'un point de vue environnemental en raison de sa faible superficie (moindre impact sur les habitats fauniques et floristiques) et de la faible distance par rapport à l'usine de traitement (conduite d'amenée des résidus plus courte ce qui diminue les probabilités d'une rupture). L'option 2.1 est la moins favorable entre autres en raison de sa proximité du village de Guémedji et des conséquences en cas de rupture de la digue ou de la conduite d'amenée des résidus.

3.6.2.3.4 Critères sociaux

Étant toutes deux localisées loin des villages, les options 3.2 et 6.1 sont comparables au niveau des impacts sociaux. Toutefois, en raison de sa faible superficie, l'option 6.1 présente un léger avantage au niveau de l'impact sur l'utilisation du sol. L'option 2.1 est la moins favorable entre autres en raison de sa proximité du village de Guémedji (impact visuel, impact potentiel sur les sites archéologiques, sacrés et religieux, impact sur les infrastructures existantes).

Tableau 3.6.5 Comparaison des critères de discrimination environnementaux et sociaux

Critères	Pondération du critère	Option 2.1		Option 3.2		Option 6.1	
		Valeur	Pointage	Valeur	Pointage	Valeur	Pointage
Exposition aux vents dominants	3	6	28	9	27	7	21
Distance de l'usine (longueur des conduites)	4	4	16	6	24	9	36
Conséquence d'une rupture de digue	5	4	20	9	45	5	25
Impact potentiel sur les eaux souterraines	2	5	10	7	14	9	18
Impact potentiel sur les débits des eaux de surface	2	4	8	6	12	9	18
Impact potentiel sur la qualité des eaux de surface	2	4	8	7	14	9	18
Impact direct potentiel sur les zones écologiques sensibles (localisation)	4	6	24	5	20	9	36
Impact indirect potentiel sur zones écologiques sensibles et la faune	3	6	18	5	15	9	27
Impact potentiel sur les habitats aquatiques	1	4	4	5	5	9	9
Moyenne pondérée (critères environnementaux)	-	4,8		6,8		8,0	
Impact sur l'utilisation du territoire	4	6	24	5	20	9	36
Impact sur les routes et autres infrastructures publiques existantes	3	5	15	8	24	9	27
Proximité des habitations	4	4	16	9	36	8	32
Impact potentiel sur les sites archéologiques, sacrés et religieux	4	5	20	8	32	9	36
Impact sur le paysage	4	7	28	9	36	8	32
Moyenne pondérée (critères sociaux)	-	5,4		7,8		8,6	

3.6.2.4 Comparaison globale des options

En tenant compte de la pondération relative des diverses catégories de critères, l'option 3.2 apparaît la meilleure, alors que l'option 2.2 présente le moins d'intérêt (tableau 3.6.6).

Tableau 3.6.6 Comparaison globale des options

Catégorie de critères	Option 2.1	Option 3.2	Option 6.1
Économiques	7,3	7,8	5,9
Techniques	7,8	8,1	6,0
Environnementaux	4,8	6,8	8,0
Sociaux	5,4	7,8	8,6
Résultats globaux pondérés	6,3	7,6	7,1

En conséquence, la localisation sélectionnée pour aménager le parc à résidus miniers est le site correspondant à l'option 3.2. Conformément aux exigences du Code de l'environnement, le parc à résidus miniers est ainsi à plus de 500 mètres des zones d'habitations permanentes, des rivières Falémé et Balinko ainsi que des autres éléments sensibles du milieu.

Comparativement à l'option 3.2, la variante 3.2 b présente plusieurs avantages dont une plus faible proximité de l'usine, ce qui diminue les coûts de pompage et le risque de rupture de conduites. Sa faible superficie présente, par ailleurs, un avantage certain au niveau de l'impact potentiel sur les zones écologiques sensibles, la faune et les habitats aquatiques, ainsi que sur les débits des eaux de surface. Une plus faible superficie permet aussi de réduire les coûts de déforestation et de restauration. Par contre, la hauteur finale des digues est plus grande pour cette variante que pour l'option 3.2 originale. Toutefois, il est à noter que les digues étant construites en stériles, la quantité de stériles utilisés pour la digue diminue d'autant la quantité de stériles acheminés sur les haldes.

Globalement, la variante 3.2 b constitue une meilleure option que l'option 3.2 qui, elle-même avait été jugée la meilleure parmi toutes les options considérées lors de l'étude comparative de 2016. Elle constitue donc la meilleure option pour le parc à résidus.

3.6.3 Haldes à stériles

Les stériles seront transportés par camion vers les haldes situées à proximité de chaque fosse. L'emplacement des haldes à stériles doit être prévu de manière à ce qu'elles soient le plus proche possible de chaque fosse et des sorties de rampe afin de limiter le transport.

Dans le secteur de Malikoundi, l'usine de traitement du minerai et la halde de minerai à basse teneur étant localisée à l'ouest de la fosse, le bassin d'eau fraîche étant situé au nord de cette dernière, et comme il y a présence d'un escarpement important au sud de la fosse, la seule localisation possible pour la halde à stériles est à l'est de la fosse (voir carte 2.1.2 au chapitre 2).

Dans le secteur de Boto-5, la localisation de la halde à stériles au nord-ouest de la fosse a été sélectionnée de façon à être située le plus loin possible du village de Guémedji tout en étant à proximité de la fosse et à plus de 500 m du hameau de Kouloumindé (voir carte 2.1.2 au chapitre 2).

Comme dans le cas du parc à résidus miniers et du complexe industriel, la halde à stériles et la halde de minerai à basse teneur seront localisées à plus de 500 m des habitations et des cours d'eau permanents, tel qu'exigé par le Code de l'environnement.

3.7 VARIANTES CONSIDÉRÉES POUR L'APPROVISIONNEMENT EN ÉLECTRICITÉ

L'exploitation d'une mine et notamment d'une usine de traitement de minerai nécessite un approvisionnement fiable en électricité et de bonnes puissances. Quatre options d'approvisionnement électrique ont été sommairement considérées dans le cadre des études d'ingénierie :

- Énergie éolienne;

- Énergie solaire;
- Connexion au réseau électrique national;
- Utilisation de génératrices au mazout lourd (HFO) ou « fuel-oil ».

L'énergie éolienne et l'énergie solaire constituent des sources d'énergie très coûteuses et peu fiables pour un procédé industriel demandant une puissance soutenue pour la production.

Par ailleurs, la puissance électrique actuellement disponible à Saraya est insuffisante pour répondre les besoins du projet Boto.

Dans ce contexte, la solution retenue en base viable au niveau de l'économie et de la fiabilité est l'utilisation de génératrices fonctionnant au mazout lourd. Par contre, une solution hybride solaire / génératrices reste une option possible et fera éventuellement l'objet d'une étude technico-économique.

3.8 VARIANTES CONSIDÉRÉES POUR LE LOGEMENT DES EMPLOYÉS

3.8.1 Variantes considérées

Plusieurs centaines de travailleurs seront à l'emploi de la mine de Boto lors de son exploitation. Il est prévu qu'une portion importante de ces travailleurs proviendra de l'extérieur de la région de Boto. Il sera donc nécessaire de les loger. Trois variantes ont été considérées pour le logement des employés du projet :

- Option 1 : Mode de logement libre des employés dans la ville de Saraya et dans une petite base-vie à proximité de l'usine de traitement du minerai dans le secteur de Guémedji;
- Option 2 : Mode de logement libre des employés dans le village de Madina Baffé et dans une petite base-vie à proximité de l'usine de traitement du minerai dans le secteur de Guémedji;
- Option 3 : Mise en place d'une grande base-vie à proximité de l'usine de traitement du minerai dans le secteur de Guémedji.

3.8.2 Méthodologie de comparaison

Aux fins de comparaison des trois variantes, cinq catégories de critères ont été retenues :

- 1) Aspects socioéconomiques;
- 2) Aspects légaux et technico-financiers;
- 3) Aspects environnementaux et sécuritaires;
- 4) Aspects liés à la durabilité, la gestion des impacts et la cohérence institutionnelle;
- 5) Aspects liés aux infrastructures et au foncier.

Le tableau 3.8.1 présente les critères de comparaison considérés et leur description.

Tableau 3.8.1 Description des critères de comparaison

Catégories de critères	Critères	Description
Aspects socioéconomiques	Risque de déplacement d'habitations pour l'implantation des installations	Évaluation des impacts d'un éventuel déplacement de populations sur le milieu humain, le tissu social et la dynamique communautaire. Estimation du nombre de personnes à réinstaller, des pertes de terres et des pertes de revenus.
	Coûts de compensation et de réinstallation	Estimation des coûts de compensation et de réinstallation
	Degré d'acceptation des populations	Évaluation de l'adhésion des populations au projet et réticence à la réinstallation.
	Impacts sociaux négatifs	Impact négatif sur les services sociaux, sur la perversion des mœurs, la prolifération des IST, la prostitution, la délinquance, etc.
	Impact sur le développement socioéconomique	Évaluation de la disponibilité de main-d'œuvre et des retombées socioéconomiques.
Aspects légaux et technico-financiers	Coûts économiques des aménagements	Comprends tous les coûts d'aménagement du site du camp et les coûts d'exécution des travaux connexes (routes de liaison, amenées d'eau, acquisition des équipements).
	Coût d'exploitation, d'entretien et de réhabilitation	Comprends tous les coûts rattachés au fonctionnement des installations de logement et à la réhabilitation.
	Coût de transport	Comprends les coûts de transport des employés et des fournisseurs de biens et services
	Complexité et contraintes techniques	Mauvaises conditions de terrain, risques de différents types (érosion, inondations, etc.), difficultés d'acheminement des matériaux de construction, accessibilité et niveau de desserte du camp, présence d'ouvrages à conserver, protéger, etc.
	Demande d'autorisation administrative	Toutes demandes d'autorisation nécessaire (implantation des logements, relocalisation de population, construction des routes d'accès, etc.).
Aspects environnementaux et sécuritaires	Zones sensibles à l'érosion	Empiètement sur des zones où des phénomènes majeurs d'érosion sont susceptibles de se produire en cas de perturbation.
	Impact sur la circulation des personnes et des biens	Évaluation de la distance entre les logements et les sites de travail. Évaluation de l'impact sur les transports de marchandises, en termes de volume de trafic, de temps de parcours, le niveau de risque d'accidents et de collisions avec les populations et les animaux.
	Nuisances et pollutions engendrées	Estimation de l'impact des nuisances potentielles (bruit, poussières, odeurs).
	Impacts sur la biodiversité durant, pendant et après les travaux	Évaluation de l'empiètement sur la zone d'intérêt cynégétique, la déforestation, la perturbation de la faune et la dégradation du couvert végétal.
Aspects liés à la durabilité, la gestion des impacts et la cohérence institutionnelle	Durabilité des infrastructures	Estimation de la capacité des pouvoirs publics à valoriser les infrastructures et équipements lors de la fermeture du site minier.
	Cohérence institutionnelle	Estimation de la cohérence avec les orientations des pouvoirs publics en matière de développement socioéconomique et d'infrastructures
Aspects liés aux infrastructures et au foncier	Accessibilité et mobilité	Évaluation de l'accessibilité des logements par rapport aux grandes localités ainsi que le niveau de desserte.
	Disponibilité foncière	Évaluation du potentiel foncier des localités ciblées.
	Proximité des réseaux (eau potable, téléphone, électricité)	Mesurer de la proximité des réseaux de concessionnaire par rapport aux logements des travailleurs et aux logements des personnes déplacées.

3.8.3 Comparaison des variantes

Pour les aspects socioéconomiques, l'option 3 apparaît légèrement supérieure (tableau 3.8.2). En effet, en raison de la faible population du secteur, il y aurait moins de potentiel de résistance des populations locales et les risques d'impacts sociaux négatifs (exemple : transmission d'IST) seront moindres.

Au niveau des aspects légaux et technico-financiers, l'option 3 demeure la plus favorable en raison des faibles coûts de transport et de la relative facilité au niveau des demandes d'autorisation administrative.

En ce qui concerne les aspects environnementaux et sécuritaires, l'option 1 est légèrement meilleure en raison de la faible susceptibilité à l'érosion dans le secteur de Saraya et du faible impact sur la biodiversité. Par contre, l'option 3 se classe bien au niveau de l'impact sur la circulation des personnes et des biens.

Au niveau des aspects liés à la durabilité, la gestion des impacts et la cohérence institutionnelle, l'option 1 est grandement plus favorable que l'option 3 et dans une moindre mesure que l'option 2. La ville de Saraya est en effet le chef-lieu du Département de Saraya.

En ce qui concerne les aspects liés aux infrastructures et au foncier, la proximité des réseaux (eau potable, électricité et téléphone) favorise grandement l'option 1.

En tenant compte de l'ensemble des critères, l'option n° 1 apparaît la plus favorable, mais fera l'objet d'études plus poussées préalablement à la construction.

Tableau 3.8.2 Comparaison des variantes pour le logement

Catégories de critères	Critères	Pondération	Option 1 : Saraya et petite base-vie	Option 2 : Médina Baffé et petite base-vie	Option 3 : Guémedji - Grande Base-vie
Aspects socioéconomiques	Risque de déplacement d'habitations pour l'implantation des installations	4	3	3	4
	Coût de compensation et de réinstallation	2	1	1	2
	Degré d'acceptation des populations	8	6	6	8
	Impacts sociaux négatifs	5	3	3	5
	Impact sur le développement socioéconomique	6	6	5	3
	Sous total		25	19	18
Aspects légaux et technico-financiers	Coût économique des aménagements	3	3	3	2
	Coût d'exploitation, d'entretien et de réhabilitation	3	2	2	3
	Coûts de transport	3	1	1	3
	Complexité et contraintes techniques	4	3	3	4
	Demande d'autorisation administrative	2	1	1	2
	Sous total		15	10	10
Aspects environnementaux et sécuritaires	Zones sensibles à l'érosion	5	5	3	2
	Impact sur la circulation des personnes et des biens	6	2	3	6
	Nuisances et pollutions engendrées	4	3	3	4
	Impacts sur la biodiversité durant, pendant et après les travaux	5	5	4	3
	Sous total		20	15	13
Aspects liés à la durabilité, la gestion des impacts et la cohérence institutionnelle	Durabilité des infrastructures	10	10	7	5
	Cohérence institutionnelle	10	10	8	5
	Sous total		20	20	15
Aspects liés aux infrastructures et au foncier	Accessibilité et mobilité	5	5	3	1
	Disponibilité foncière	7	6	5	7
	Proximité des réseaux (eau potable, téléphone, électricité)	8	8	4	2
	Sous total		20	19	12
	TOTAL	100	83	68	71