



République du Cameroun
Paix – Travail – Patrie

**Ministère des Mines, des Industries
et du Développement Technologique**

Projet de Renforcement des Capacités dans le Secteur Minier
(PRECASEM)

**Diagnostic par Télédétection, des Impacts Environnementaux des
Exploitations Artisanales et Artisanales semi Mécanisées et
l’Etablissement des Recommandations pour la Réhabilitation des
Sites**

N° de Référence : WB-P448559-12/19
CM-PRECASEM-101347-CS-CQS

LIVRABLE L1 - RAPPORT DE DEMARRAGE



Beak Consultants GmbH
Am St. Niclas Schacht 13
09599 Freiberg / Allemagne
Tél +49 (0) 3731 781350
Fax +49 (0) 3731 781352
www.beak.de
postmaster@beak.de

N° de projet Beak: 2020_0014

Freiberg, le 25/02/2021



Données du projet

Général

Type de document:	Rapport de démarrage		
Titre :	Diagnostic par Télédétection, des Impacts Environnementaux des Exploitations Artisanales et Artisanales semi mécanisées et l'Etablissement des Recommandations pour la Réhabilitation des Sites		
Période d'élaboration	décembre 2020 – février 2021		
Texte:	88	pages	
	Appendices:	3	Cartes: 0
Client / Destinataire :	S/C MINISTERE DE L'INDUSTRIE, DES MINES ET DU DEVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE Coordination du PRECASEM M. le Coordonnateur du PRECASEM, Guillaume Sosthene Mananga B.P. 35491 Yaoundé (Cameroun) TEL: (237) 22 2 2172 05 / +237 679 70 13 92 gsmananga@yahoo.fr; cardexo@yahoo.fr		
N° de projet Beak:	2020_0014	N° de projet Client:	WB-P448559-12/19 ; P122153

Auteurs

Nom	Qualification	Chapitre	Date	Signature
BARTH, Andreas	PhD géochimie	tous	25/02/2021	
BOCK, Peter	MSc géologie	tous	25/02/2021	
HANELLI, Delira	MSc géoinformatique	tous	25/02/2021	
ZYLBERMAN, William	PhD géophysique	tous	25/02/2021	

Assurance de qualité

Nom	Qualification	Chapitre	Date	Signature
KNOBLOCH, Andreas	MSc géologie	tous	25/02/2021	

Transmis à

Entreprise / Autorité	Copie	Copie électronique
MINMIDT	0	1
Beak Consultants GmbH	0	1

Versions

Version	Date	Etat	Nom du fichier	Auteurs
0.1	22/12/2020	brouillon	2020_0014_Rapp_Demarrage.v_0.1.docx	Hanelli Bock,
1.0	11/01/2021	autorisé	2020_0014_Rapp_Demarrage.v_1.0.docx	Barth, Bock, Zylberman
2.0	25/02/2021	autorisé	2020_0014_Rapp_Demarrage.v_2.0.docx	Barth, Hanelli. Bock, Zylberman

Etat	Brouillon	Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 2
	Autorisé	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc					



Table des matières

1	INTRODUCTION	7
1.1	ACTIVITES D'EXPLOITATION ARTISANALE ET SEMI-MECANISEE AU CAMEROUN	7
1.1.1	Exploitation de l'or dans les régions Est, Adamaoua et Sud	7
1.1.2	Exploitation du saphir dans la région d'Adamaoua	9
1.1.3	Exploitation des occurrences d'étain et de colombo-tantalite à Mayo Darlé, Adamaoua.....	10
1.1.4	Exploitation du sable à Ebebda / Monatele (région Centre) et dans la rivière du Wouri (région Littoral)	10
1.1.5	Exploitation du calcaire près de Figuil (région Nord)	10
1.1.6	Exploitation du pouzzolane à Njombe	10
1.2	PERTE DE LA RICHESSE DES FORÊTS SOUS L'EFFET DE L'ARTISANAT MINIER	10
1.3	EFFETS SUR LES ACTIVITÉS AGROSYLVOPASTORALES	11
1.4	OBJECTIFS	12
1.5	ZONE D'ETUDE	12
1.6	DÉTAILS DU CONTRAT.....	14
1.7	MANAGEMENT DU PROJET	14
1.8	SYSTÈME DES RAPPORTS / LIVRABLES.....	15
1.9	RÉUNIONS DE COORDINATION	16
2	GROUPE DE TRAVAIL	17
2.1	LE CLIENT	17
2.2	LE CONSULTANT	18
3	MÉTHODOLOGIE	20
3.1	ACQUISITION DE DONNÉES.....	20
3.1.1	Données à demander au PRECASEM	20
3.1.2	Données recherchées par le Consultant	20
3.2	MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE	20
3.3	METHODOLOGIE DE TÉLÉDÉTECTION	21
3.3.1	Workflows de traitement des données.....	21
3.3.2	Sentinel-2	24
3.3.3	Landsat-7	25
3.3.4	Couverture nuageuse	26
3.3.5	Téléchargement des données	27
3.3.5.1	Imagerie acquise en décembre 2019	27
3.3.5.2	Imagerie acquise en décembre 2015	27
3.3.5.3	Imagerie acquise entre décembre 2000 et 2010.....	27
3.3.6	Traitements	30
3.3.6.1	Correction atmosphérique	30
3.3.6.2	Mosaïquage	31
3.4	EXEMPLE DE MISE EN OEUVRE DE LA METHODOLOGIE	32
3.4.1	Configuration de la base de données du projet	33
3.4.2	Traitement de données et analyse d'images	34

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 3
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



3.4.3	Identification des zones minières par une approche de réseaux neuronaux artificiels (ANN)	35
3.4.4	Cartes de l'évolution du couvert forestier	42
3.4.5	Cartes de l'eau et détection des changements de qualité	46
3.4.6	Impact des mines sur les activités agro-sylvo-pastorales	49
3.4.7	Identification des zones à haute valeur écologique	49
3.4.8	Identification des zones écologiquement dégradées.....	52
3.4.9	Identification des recommandations pour la réhabilitation des sites	54
3.5	ACTIVITES DU CONSULTANT SUR SITES : ANALYSE INSTITUTIONNELLE ET COUTS DU PASSIF ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL	60
3.6	COMPILATION ET COMMUNICATION DES DONNÉES	62
4	PROGRAMME DE TRAVAIL.....	63
4.1	ACTIVITÉS	63
4.1.1	Résultats attendus	68
4.1.2	Livrables.....	69
4.1.3	Réunions de coordination du projet	69
4.1.4	Calendrier de paiement.....	70
5	GESTION DE LA QUALITÉ.....	71
6	OBLIGATIONS DES PARTENAIRES	72
6.1	OBLIGATIONS DU CONSULTANT.....	72
6.2	OBLIGATIONS DU CLIENT	72
7	BIBLIOGRAPHIE.....	73
8	ANNEXE.....	74
8.1	ANNEXE 1: REVUE DES SPÉCIFICATIONS DES IMAGES SENTINEL-2	74
8.2	ANNEXE 2: REVUE DES SPÉCIFICATIONS DES IMAGES LANDSAT-7	77
8.3	ANNEXE 3 : COMPTE RENDU DE LA RÉUNION DE DÉMARRAGE DU 18 FÉVRIER 2021	79

Table des illustrations

Figure 1	gauche: site minier artisanal abandonné (exploitation alluvionnaire manuelle) de « Boule d'or », région de Mintom (Région Sud, 2013); droite: petit ponton chinois avec tube d'aspiration et sluice (Rivière de la Kadéï à Taparé, Région Est, 2014)	8
Figure 2	Exploitation alluvionnaire chinoise d'une couche de gravier de 6 m de profondeur dans le marécage de la rivière Nakoyo / Bétaré Oya (Région Est, 2013)	8
Figure 3	Paysages post-miniers d'exploitation alluvionnaire semi-mécanisée aux rivières du Djongo (gauche) et Mbil (droite), Kambele (Région Est, 2015)	9
Figure 4	Zone choisie pour l'étude de télédétection et sélection de sites miniers artisanaux (ASM) et semi-mécanisés.	13

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 4
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



Figure 5	Work flow pour le pré-traitement des données de télédétection à l'étape 2 des activités.	22
Figure 6	Work flow pour la création et le traitement des différentes données, des cartes factuelles pendant l'étape 2 et des cartes dérivées pendant l'étape 3 des activités.	23
Figure 7	Identification des carrés de grille Sentinel-2 couvrant entièrement la zone d'étude.....	25
Figure 8	Identification des carreaux de grille Landsat-7 couvrant entièrement la zone d'étude.....	26
Figure 9	Jeux de données en mosaïque d'images satellitaires Sentinel-2 acquises en décembre 2002, 2015 et 2019.	31
Figure 10	Localisation de la Zone d'essai pour la visualisation du traitement des données de déforestation et d'occupation du sol (Z1) et de la turbidité de l'eau (Z2) à Bétaré Oya.....	32
Figure 11	Image Sentinel-2 corrigée pour la zone d'essai Z1	33
Figure 12	Exemples de zones minières choisies pour l'apprentissage des réseaux neuronaux artificiels (ANN) pour la reconnaissance automatique de sites miniers similaires à partir des images de télédétection	36
Figure 13	Carte des sites miniers identifiés par l'ANN du logiciel advangeo® Prediction software dans les marécages des affluents du Lom, basée sur l'expérience tirée des sites d'apprentissage (zone d'essai Z1).....	37
Figure 14	Workflow pour l'interprétation des données basée sur ANN utilisant le logiciel advangeo® Prediction software	38
Figure 15	Paramètres utilisés pour identifier les zones minières et leurs poids de réseau respectifs.....	39
Figure 16	Courbe d'apprentissage ANN: très bonne adaptation du modèle avec une erreur de réseau < 0,08 et un minimum d'erreur stableCréation de cartes de l'occupation du sol.....	39
Figure 17	Carte de l'occupation du sol de la zone d'essai Z1	41
Figure 18	Végétation typique de l'Est du Cameroun de la forêt dense (marécages, partie sud de la zone d'étude proposée) à la savanne arborée (plateaux de la partie centrale et nord).	41
Figure 19	Cartes de l'occupation des terres pour les trois périodes d'étude	43
Figure 20:	Exemple de gain de forêt (en vert) de décembre 2002 à décembre 2019	44
Figure 21:	Exemple de déforestation (en rouge) induite par les activités minières entre décembre 2002 et décembre 2019	45
Figure 22	Carte de turbidité de l'eau extraits des images Sentinel-2 ; décembre 2019	46
Figure 23	Matière en suspension (TSS, en 10*mg/l) indiquant de fortes activités minières dans les marécages des affluents et leur impact sur l'eau du Lom dans la partie NE de l'image. Plus en aval, les matières se déposent au fond du réservoir et la concentration en TSS diminue.	47
Figure 24	Changements dans la teneur en chlorophylle révélateurs de la sursaturation des eaux en nutriments, zone Z2.....	48
Figure 25:	Paramètres d'évaluation de la qualité de l'eau pour la rivière du Lom	49

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 5
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



Figure 26	Paysage d'origine d'une petite vallée boisée avec des rivières sinueuses (arrière-plan) comparé au paysage post-minier marqué par de nombreux étangs d'eau libre et des prairies (premier plan)	50
Figure 27	Paysage vallonné bien structuré avec une chute d'eau, au premier plan extraction d'or alluvionnaire dans une vallée plate (vallée de la rivière Mari, image exagérée verticalement).....	50
Figure 28	Carte de la rugosité du terrain: une rugosité plus élevée signifie souvent plus de biodiversité	51
Figure 29	Carte des zones écologiquement sensibles (pointées) de la zone d'essai Z1	52
Figure 30	Carte des zones écologiquement dégradées	53
Figure 31	Carte des zones écologiquement impactées et des zones naturelles à haute biodiversité. Les surfaces ombragées autour des zones résidentielles et des routes sont des zones tampons.	54
Figure 32	Essais de recultivation du paysage post-minier avec du manioc, au Ghana. Le sol pauvre se compose presque de gravier et ne convient pas à l'agriculture.	55
Figure 33	Paysages d'après-mine environ trois ans après l'arrêt de l'exploitation alluvionnaire (exemple du Ghana) : une forêt naturelle secondaire repousse sur les anciens sites miniers (gauche) ; les étangs créés par l'activité minière s'enrichissent en biodiversité (droite).....	56
Figure 34	Exemple de recommandations de réhabilitation pour les zones post-minières	57
Figure 35	Exemple de recommandations pour l'utilisation du paysage d'après-mine.....	59
Figure 36	Exemple d'un extrait de formulaire type pour l'évaluation environnementale, sociale et institutionnelle des sites miniers sur le terrain (exemple d'un projet au Ghana).	61
Figure 37	Exemple d'image Landsat 7 sans SLC ; Source: https://www.usgs.gov/media/images/a-landsat-7-slc-scene-example).....	78
Figure 38	Lignes de balayage (bandes noires) sur les images Landsat 7 pour la zone d'essai au nord de Bétaré Oya (Z1) de 2006.....	78

Table des tableaux

Tableau 1	Liste des images satellites Landsat-7 téléchargées couvrant la zone d'étude	16
Tableau 2	Choix de personnel responsable du Client.	17
Tableau 3	Responsables et contacts du consultant	18
Tableau 4	Liste des images satellites Sentinel-2 téléchargées couvrant la zone d'étude.....	28
Tableau 5	Liste des images satellites Landsat-7 téléchargées couvrant la zone d'étude.....	30
Tableau 6	Repartition de l'occupation du sol dans la zone d'essai Z1	40
Tableau 7	Planning des Activités du Projet.	63
Tableau 8	Chronogramme des livrables, des réunions de coordination et du calendrier de paiement	71
Tableau 9	Bandes spectrales non commerciales des images satellites Sentinel-2.	74

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 6
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



1 Introduction

1.1 Activités d'exploitation artisanale et sémi-mécanisée au Cameroun

Le Cameroun dispose d'importants gisements et occurrences de métaux précieux, métaux de base, diamants et minéraux industriels. Toutefois, c'est le secteur minier artisanal et artisanal semi-mécanisé qui domine jusque-là l'exploitation d'un grand nombre de substances, notamment de l'or et des diamants. D'autres minéraux extraits sont l'étain, les pierres précieuses telles que le saphir, et les matériaux de construction, notamment le sable, la latérite, et – dans des lithologies volcaniques – le pouzzolane. . Nous résumons ensuite des substances principales exploitées avec des exemples de sites. L'étude présente a pour objectif de surveiller surtout les effets de l'exploitation de l'or, mais elle inclut aussi les sites d'exploitation d'autres substances.

1.1.1 Exploitation de l'or dans les régions Est, Adamaoua et Sud

Alors que dans certaines régions du Cameroun, l'extraction artisanale de l'or à partir de veines de quartz et de petits placers est connue depuis plus de 50 ans, l'exploitation semi-mécanisée des couches de graviers aurifères des grandes plaines fluviales (à des profondeurs de cinq mètres et plus) s'est principalement développée depuis 2010, sous l'impulsion d'un certain nombre d'entreprises étrangères, principalement chinoises.

Cette augmentation de l'ampleur et de la vitesse d'exploitation génère un certain nombre d'impacts environnementaux négatifs, notamment sur :

- les écosystèmes et la forêt primaire (déforestation, destruction et fragmentation des écosystèmes, accélération de l'érosion par le déboisement),
- le climat (empreinte carbone),
- le régime hydrique des cours d'eau (turbidité : exemple du Lom à Bétaré Oya, de la Kadéi à Ngoura, par les exploitations alluvionnaires des méandres et des effluents), souvent avec une turbidité encore élevée dans des distances de plus de 100 km en aval des sites exploités,

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 7
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



- la qualité de l'eau (l'utilisation des substances toxiques telles que le mercure pour l'amalgamation pollue l'eau potable, et pose des risques plus généraux pour la santé des artisans miniers et de la population en aval des sites miniers),
- les activités agro-sylvio-pastorales (érosion, perte irréversible des surfaces arables).

Les images de la Figure 1 à la Figure 3 donnent un aperçu des effets de l'extraction de l'or avec différents degrés de mécanisation dans les régions Est et Sud du Cameroun, et des paysages qui en restent.



Figure 1 gauche: site minier artisanal abandonné (exploitation alluvionnaire manuelle) de « Boule d'or », région de Mintom (Région Sud, 2013); droite: petit ponton chinois avec tube d'aspiration et sluice (Rivière de la Kadéï à Taparé, Région Est, 2014)



Figure 2 Exploitation alluvionnaire chinoise d'une couche de gravier de 6 m de profondeur dans le marécage de la rivière Nakoyo / Bétaré Oya (Région Est, 2013)

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 8
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



Figure 3 Paysages post-miniers d'exploitation alluvionnaire semi-mécanisée aux rivières du Djongo (gauche) et Mbil (droite), Kambele (Région Est, 2015)

Depuis 2018 environ, l'or est exploité artisanalement près d'Eseka, région Centre. . Les occurrences n'ont à ce jour attiré que des miniers artisanaux, et non les exploitants semi-mécanisés. Pour cette raison, la zone n'est pas incluse dans la présente étude [8]. De même, la zone de Mintom dans la région Sud n'est pas incluse, car el présente jusquel-là des sites purement artisanaux, et pour sa localisation retirée n'a pas attirée des exploitants semi-mécanisés.

1.1.2 Exploitation du saphir dans la région d'Adamaoua

L'ouest de la région Adamaoua est composé principalement de métamorphites d'âge Panafricain, partiellement recouvertes par des volcanosédiments. La région renferme plusieurs types de pierres précieuses qui sont pour la plupart extraites artisanalement des placers. De tels placers sont localisés à proximité des villages de Marma, Tignère, Tibati, Mbela-Assom et Mayo Darlé. Un placer à saphirs, d'une surface de 171 km² est indiqué dans la vallée du Mayo Kewol, situé entre Tignère et Mayo Darlé [9].

Les occurrences de saphir de l'Adamaoua occidental au Cameroun ont un équivalent sur le Plateau de Mambilla au Nigeria, ca. 100 km plus à l'ouest.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 9
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



1.1.3 Exploitation des occurrences d'étain et de colombo-tantalite à Mayo Darlé, Adamaoua

Le site de Mayo Darlé a été lieu d'exploitation d'une quantité significative d'étain à partir des années 1950. De cette paysage minière, il reste aujourd'hui un grand nombre d'anciennes carrières et de tranchées de prospection. Les sites abandonnées sont aujourd'hui exploitées par la population de manière artisanale [11].

1.1.4 Exploitation du sable à Ebebda / Monatele (région Centre) et dans la rivière du Wouri (région Littoral)

Dans la région Centre, le sable est exploité artisanalement, surtout par les plongeurs à barques, à partir de la rivière Sanaga [12]. Il n'est pas encore sûr si les données de télédétection permettent une reconnaissance de cette exploitation. Aussi dans la région du Littoral, proche de la ville de Douala, dans la rivière du Wouri, de nombreux artisans vivent de l'exploitation du sable.

1.1.5 Exploitation du calcaire près de Figuil (région Nord)

Dans le Nord, des calcaires et des marbres sont exploités de manière semi-mécanisée. L'activité des carrières a un impact considérable pour la qualité de l'air et de l'eau, et par conséquence à la santé de la population et autres aspects sociaux [13].

1.1.6 Exploitation du pouzzolane à Njombe

Dans la région de Njombe et Penja – qui fait l'objet d'une utilisation agricole intense – le pouzzolane est exploité comme matériel de construction. Les carrières exploitent des surfaces importantes des cones volcaniques qui étaient antérieurement couvert de la forêt.

1.2 Perte de la richesse des forêts sous l'effet de l'artisanat minier

Entre 2000 et 2020, le couvert forestier du Cameroun a diminué d'environ 4% à l'échelle nationale. La majeure partie de cette perte a été observée au cours des dernières années, depuis 2014 [2]. Les forêts existantes subissent une perte de densité (fragmentation)

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 10
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



s'accompagnant d'une perte de biodiversité. Le problème n'est pas uniquement la perte de surface mais aussi la destruction de la forêt primaire (ou forêt vierge), c'est-à-dire des zones jamais touchées par l'Homme et présentant donc une richesse écologique exceptionnelle en termes de biodiversité. Les forêts primaires en zone tropicale comme celles du Cameroun sont en effet celles présentant la plus grande biodiversité, et devraient donc faire l'objet de programmes de sauvegarde prioritaires.

La valeur des forêts vierges est généralement incommensurable, puisque la valeur des technologies/découvertes qu'il serait possible de tirer de la biodiversité détruite ne peut être mesurée. La fragmentation et la destruction de forêts primaires est malheureusement irréparable à l'échelle de temps humaine, puisqu'il s'agit de forêts n'ayant subies aucune perturbation depuis des milliers d'années.

L'exploitation alluvionnaire des marécages et le dragage dans les grandes rivières telles que le Lom et la Kadéï ont provoqué une turbidité de l'eau qui peut être observée immédiatement sur le site et sur les images aériennes, et qui est responsable de la dégradation de l'eau potable pour les villes jusqu'à plus de cent kilomètres en aval des sites miniers.

Une partie importante de la population dans les régions concernées ne pouvant pas renoncer aux revenus générés par les mines artisanales, le grand défi est de concilier ces activités d'exploitation avec la préservation de l'environnement et de la biodiversité.

1.3 Effets sur les activités agrosylvopastorales

Au Cameroun, lorsque les compagnies minières semi-mécanisées arrivent sur des sites potentiellement intéressants, elles entrent habituellement en contact avec les chefferies locales. Elles négocient alors les contributions qu'il faudra faire au niveau des villageois dans le cas où elles commenceraient des activités de prospection ou d'exploitation. Il s'agit des dons au village, des sacrifices, et de possibles dédommagements pour les villageois qui possèdent des terres dans l'influence d'un site minier, ou encore des routes d'accès qui seront construites à travers leurs champs. À l'inverse, de petites sociétés, entre autres chinoises, ne cherchent pas la communication avec les autorités gouvernementales, de manière que les activités sont souvent découvertes avec beaucoup de retard. Ceci ne facilite pas l'obligation des opérateurs de participer aux coûts, qui ne sont par ailleurs pas

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 11
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



mesurables à l'échelle locale, ou qui concernent des surfaces forestières appartenant au public ou à l'Etat.

Le consultant peut étudier la dégradation des surfaces forestières en fonction des propriétés (privées/gouvernementales). Pour cela il est nécessaire que le PRECASEM fournisse les données spatiales de l'utilisation des terres.

Les activités pastorales dans la zone d'étude sont pour la plupart liées aux troupeaux de bétail migrants, qui appartiennent à des ethnies telles que les Bororo. Ces ethnies n'ont qu'un faible pouvoir de négociation et de communication avec les opérateurs miniers. Il n'est pas possible de détecter l'activité pastorale migrante par les moyens de télédétection, mais il est possible de caractériser l'effet des mines sur des surfaces utilisées de temps en temps pour l'élevage. De cette manière, il faut considérer la consommation des surfaces par l'activité minière ainsi que la fracturation des zones d'élevage, par exemple par les marécages en exploitation qui causent une interruption des routes de migration.

1.4 Objectifs

L'objectif de cette étude est d'évaluer les impacts environnementaux des activités minières artisanales semi-mécanisées en utilisant l'imagerie optique et les techniques de télédétection et de proposer des méthodes de réhabilitation des sites.

1.5 Zone d'étude

La zone d'étude s'étend sur 27500 km² et inclut une partie des régions de l'Est et de l'Adamaoua où sont localisées la plupart des activités artisanales et semi-mécanisées connues. Ces sites ont été localisés par le consultant à partir des images satellitaires, de la bibliographie et de ses propres références de terrain.

Des régions fortement concernées par l'exploitation artisanale et artisanale semi-mécanisée ont déjà été mentionnées :

- Région Est : Batouri – Kambele ainsi que Ngoura – Colomines – Woumbou – Bétaré Oya.
- Région Adamaoua: rivières Fel et Mama proche des villages Kombo Laka et Gbatoua, quelques 50 km à l'est de Meiganga.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 12
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



La Figure 4 montre la zone d'étude et un choix de sites connus d'exploitation artisanale et semi-mécanisée.

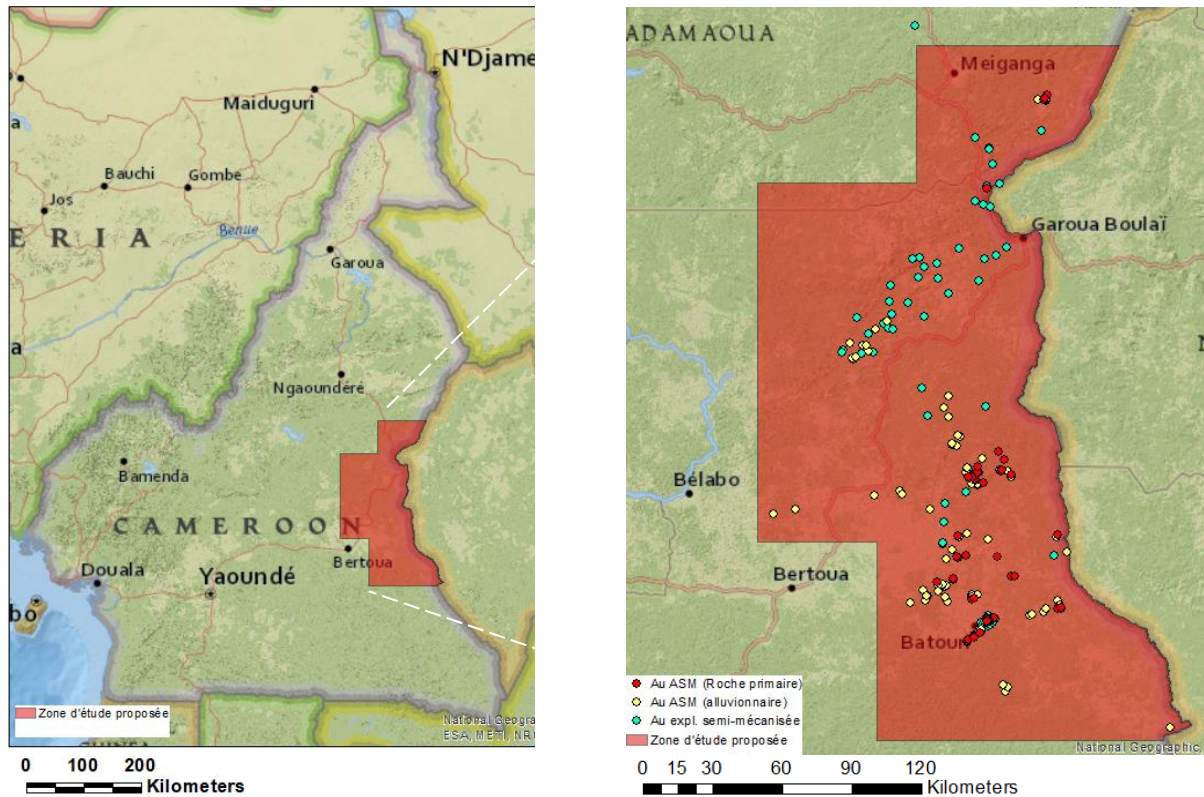


Figure 4 Zone choisie pour l'étude de télédétection et sélection de sites miniers artisanaux (ASM) et semi-mécanisés.

Cependant le nombre de zones concernées par l'artisanat minier est plus élevé, et la gamme des substances exploitées est plus variée que l'or et les diamants (ces-derniers sont exploités proche de la frontière est du Cameroun dans les alluvions provenant des grès mésozoïques affleurant en République Centrafricaine). Des exemples sont resumés à la section 1.1.

Pour répondre à cette diversité, le PRECASEM a exprimé la demande d'inclure d'autres petites zones et substances dans l'étude de télédétection. Ces zones, ainsi qu'une carte indiquant leur localisation, sont indiquées dans le compte rendu de la réunion de démarrage, à l'annexe A3.

Le consultant reviendra vers le PRECASEM avec une proposition adéquate en considérant les possibilités et les contraintes dans le cadre du projet.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 13
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



Lors de la réunion de démarrage, le Client a indiqué la nécessité d'inclure dans l'étude un choix plus large de substances exploitées artisanalement. Conception du projet

1.6 Détails du contrat

Dans le cadre de l'appui de la Banque Mondiale au Secteur minier, le Gouvernement de la République du Cameroun a reçu de l'Association Internationale pour le Développement (IDA) un crédit (5024-CM) auquel s'ajoute un financement additionnel pour la mise en oeuvre du Projet de Renforcement des Capacités dans le Secteur Minier (PRECASEM). Ces financements sont en partie utilisés pour financer le présent projet.

Le consultant Beak Consultants GmbH a soumissionné, le 30 avril 2020, une proposition technique et financière. Le 15 décembre 2020, le contrat N°005/C/MINMIDT/PRECASEM/UCP/SPM/12-2020 était signé par le Client, et le consultant a été notifié de l'attribution du contrat.

La durée de la mission est de 12 mois à partir de cette date.

1.7 Management du projet

Le projet est géré par le géomaticien M. Andreas Knobloch. L'adjoint chef de projet est le Dr Andreas Barth. Le contrôle de qualité est assuré par l'experte en télédétection Mme. Delira Hanelli.

Les éléments principaux de la gestion du projet sont (cf. chronogramme des rapports et des réunions) :

- Structure du projet et répartition en activités particulières, avec des cibles spécifiques et le chronogramme,
- Système des rapports,
- Système des réunions de coordination,
- Système formel et technique d'assurance qualité: contrôle des documents produits par des personnes indépendantes, contrôle technique des résultats des étapes particulières du projet.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 14
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



Les procès-verbaux (PV) des réunions seront fournis par le consultant et revus par les participants. En l'absence de commentaires 7 jours après soumission, les PVs seront considérés acceptés par le Client. Les PV précisent le mandat et le contrat et sont obligatoires pour le consultant et le client.

1.8 Système des rapports / livrables

Pendant la durée de la mission, les rapports suivants seront soumis :

- **L1**: Rapport de démarrage (le présent rapport) → deuxième semaine de **janvier 2021**,
- **L2**: Premier rapport d'avancement, à soumettre après l'achèvement de la deuxième étape de la mission, incluant la création des ébauches des cartes factuelles (cartes minières, forestières, cours d'eau, dans différents intervalles (années 2000-2010 / 2015 / 2019-20 ; voir Figure 6) → **fin mars 2021**,
- **L3**: Deuxième rapport d'avancement, à soumettre après l'achèvement de la troisième étape de la mission, correspondant à la création des cartes dérivées (front de déforestation, conflits, environnement, social, réhabilitation,...), et la visite du terrain, si les conditions la permettent → **debut juillet 2021**,
- **L4**: Rapport final provisoire, y compris le projet des cartes à soumettre après la quatrième étape (cartes factuelles et dérivées) et les recommandations pour la réhabilitation de certains sites → **fin octobre 2021**,
- L5** : Rapport général de l'étude (avec taux de déforestation entre 2000-2010, 2015, 2019/20, l'identification et caractérisation des peuplements de végétation, la turbidité et pollution des cours d'eau, recommandations pour la réhabilitation des sites) → **au plus tard le 14 décembre 2021**.

Tous les rapports sont supposés être commentés / acceptés / rejetés dans un délai de 14 jours ouvrables suivant leur soumission (pour l'ébauche du rapport final: 1 mois). Les documents seront considérés comme acceptés s'il n'y a pas de réponse écrite reçue par le consultant au cours de ce délai.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 15
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



1.9 Réunions de coordination

Nous recommandons les cinq réunions M1 à M5 qui coïncident avec les dates de soumission des rapports. Un décalage de une ou deux semaines peut être prévu afin que les rapports / livrables puissent être évalués par le Client et discutés lors des réunions.

Les réunions prévues sont:

- **M1** : Réunion de cadrage → **après soumission du rapport de démarrage, mi-janvier 2021,**
- **M2** : Réunion de coordination après la deuxième étape, avec présentation des projets des cartes factuelles → **fin mars 2021,**
- **M3** : Réunion de coordination après la troisième étape, avec présentation des projets de cartes dérivées → **debut juillet 2021,**
- **M4** : Réunion de coordination après la quatrième étape, avec présentation du Rapport final provisoire et d'autres livrables liés → **fin octobre 2021,**
- **M5** : Réunion / atelier d'achèvement de la mission → **décembre 2021.**

Tableau 1 Liste des images satellites Landsat-7 téléchargées couvrant la zone d'étude

		Déc	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov	Déc.
		2020	2021											
Rapports / livrables														
L1	Rapport de démarrage (adaptation méthodologie, observations pour mise en oeuvre progressive)		*											
L2	Rapport d'avancement 1				*									
L3	Rapport d'avancement 2								*					
L4	Rapport final provisoire, projet de livrables											*		
L5	Rapport général de l'étude (avec taux de déforestation entre 2000-2010, 2015, 2019, l'identification et caractérisation des peuplements, la turbidité et pollution des cours d'eau, recommandations pour la réhabilitation des sites)													*
Réunions / ateliers de coordination de projet														
M1	Réunion de cadrage		*											
M2	Réunion de coordination de projet 1				*									
M3	Réunion de coordination de projet 2							*						
M4	Réunion de coordination de projet 3											*		
M5	Réunion / atelier d'achèvement de la mission												*	



2 Groupe de travail

2.1 Le Client

Le Client des travaux est le Projet PRECASEM, avec son personnel de coordination et ses spécialistes techniques (Tableau 2).

Tableau 2 Choix de personnel responsable du Client.

Nom, prénom(s)	Fonction	Téléphone	Email
MANANGA Guillaume Sosthène	Coordonnateur PRECASEM	(+237) 679 70 13 92	gsmananga@yahoo.fr
MBAH TSOUNGUI Joseph Richard	Responsable de passation des marchés (PRECASEM)	+(237) 677 57 70 33	cardexo@yahoo.fr
PENAYE Joseph	Expert Mines et Géologie (PRECASEM)	+(237) 677 60 48 24 +(237) 698 42 80 99	jpenaye@yahoo.fr
Monsieur ONDING ETEME François	Expert Environnemental et Social du PRECASEM	+(237) 679 70 14 00	ondingf@yahoo.fr
Madame ABONG Marie	Responsable Chargé du Suivi des Impacts Sociaux, PRECASEM		abongmarie@yahoo.fr

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 17
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



2.2 Le Consultant

Le consultant est le cabinet Beak Consultants GmbH. Les détails de contact de l'équipe Beak sont cités au Tableau 3.

Tableau 3 Responsables et contacts du consultant

Personnel clé				
Nom	Poste	Tâche	Tél.	Email
Andreas KNO-BLOCH	Chef de mission, géomaticien, spécialiste en télédétection et traitement d'images	Gestion de projet, mise en oeuvre de la base de données SIG, traitement et interprétation des données, application advangeo® Prediction software, mise en page des cartes, rapports, organisation des réunions physiques et en-ligne avec PRECASEM et d'autres parties prenantes	(+49) 162 2595 007	andreas.knobloch@beak.de
Dr Andreas BARTH	Géologue-géochimiste, spécialiste des questions minières; adjoint chef de projet	Conception de l'approche, métallogénie régionale, interprétation des données géologiques et de la géochimie des stream sediments existants, choix des sites à visiter sur le terrain, recommandations pour la réhabilitation des sites et pour l'utilisation des sols	(+49) 3731 781350 (+49) 171 145 79 87	andreas.barth@beak.de
Mathias STAHL	Développeur Bases de données, programmeur	Conception de la base de données SIG, programmation de l'application pour la gestion des données et des documents, analyse et préparation des jeux de données	(+49) 3731781374	mathias.stahl@beak.de
Dr Frank SCHMIDT	Environnementaliste	Analyse des types de couvert végétal et conclusions sur les écosystèmes et la biodiversité, recommandations pour les zones protégées, stratégie pour les paysages après-mine		frank.schmidt@beak.de



Personnel de soutien				
Nom	Poste	Tâche	Tél.	Email
Peter BOCK	Géologue, adjoint spécialiste des questions minières,	Analyse et interprétation des données de télédétection, orientation des travaux de terrain, rapports	(+49) 3731 781345 (+49) 173 3789712	peter.bock@beak.de
Dr William ZYLBERMAN	Géologue / PhD géophysique	Communication avec les services du Client et les autorités locales, le cas échéant, rapports	(+49) 3731 781345	william.zylberman@beak.de
Delira HANELLI	Géoinformaticienne, spécialiste télédétection	Gestion de qualité du projet, téléchargement et traitement des images et des données de télédétection, application de l'approche ANN avec le logiciel advangeo® Prediction software, élaboration des cartes thématiques	(+49) 1633617741	delira.hanelli@beak.de
Michel AWANA ATEBA	Géologue, coordonnateur des activités de terrain, support administratif	Soutien logistique, location de véhicule, géologie minière régionale, recommandations sur les sites à visiter, communication avec l'administration régionale et locale	(+237) 696 069 870	awanamichel@gmail.com

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 19
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



3 Méthodologie

3.1 Acquisition de données

3.1.1 Données à demander au PRECASEM

- cartes géologiques,
- cartes géochimiques,
- résultats des prélèvements de la géochimie des sédiments de ruisseau,
- cadastre minier,
- toutes autres données liées à l'utilisation des terres, aux conditions de vie de la population concernée par l'activité minière, etc..

3.1.2 Données recherchées par le Consultant

Le Consultant effectue un travail de bibliographie consistant à rechercher toutes les sources utiles au projet pouvant compléter les données fournies par PRECASEM.

Concernant la télédétection, les données proviennent de Landsat 7 et Sentinel-2.

3.2 Méthodologie générale

Compte tenu de la taille de la zone d'étude, de la durée du projet proposé et des coûts des données de télédétection, pour ce projet, nous proposons l'approche générale suivante:

- Utilisation des données de télédétection gratuites:
 - images *Landsat 7* pour le temps d'avant 2015: résolution 30 m, 7 bandes spectrales
 - données *Sentinel-2* pour le temps d'après 2015: résolution 10 m, 13 bandes spectrales
 - complétés par des données de haute résolution :
 - imagerie satellite mensuelle (~5m résolution) « Planet » destinée à la surveillance des forêts tropicales, financé par le programme «

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 20
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



International Climate and Forests Initiative (NICFI) » du gouvernement Norvégien,

- GoogleEarth,
 - ESRI,
 - Bing maps.
- Détection et traçage des sites miniers à l'aide des approches semi-automatiques soutenues par l'interprétation des données de télédétection avec ANN (réseaux neuronaux artificiels),
 - Détection et traçage des problèmes environnementaux (par exemple, turbidité de l'eau, déforestation) en utilisant des approches semi-automatiques bien reconnues, comme des indices et réseaux neuronaux artificiels également.

Dans ce contexte, nous nous référons à l'un de nos projets mené actuellement au Nigéria (voir Manifestation d'intérêt section 3.1) : les données de télédétection et les résultats d'interprétation seront vérifiés par des levés sur quelques sites et des consultations avec le MINMIDT et ses agences.

3.3 Méthodologie de télédétection

L'imagerie optique de télédétection fournit une source de données unique et efficace pour surveiller les changements du paysage dus aux activités minières et d'exploitation. Dans ce cadre, l'analyse de la télédétection sera effectuée à l'aide d'images satellites acquises au cours de trois époques :

- Entre 2000-2010 -> définie comme une époque de référence pour l'état initial de la couverture terrestre
- 2015
- 2019/20

3.3.1 Workflows de traitement des données

Des jeux de données dérivés et combinés sont produits pour obtenir les informations souhaitées sur:

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 21
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



- la superposition de différentes formes d'occupation du sol en l'état actuel,
- les zones écologiquement sensibles,
- les zones impactées / endommagées,
- les zones recommandées pour la protection écologique,
- les zones recommandées pour la réhabilitation.

Pour la création de ces jeux de données, nous utilisons différentes fonctionnalités SIG et suivons des workflows prédéfinis.

Les workflows généraux de traitement des données du projet sont présentés à la Figure 5 et Figure 6.

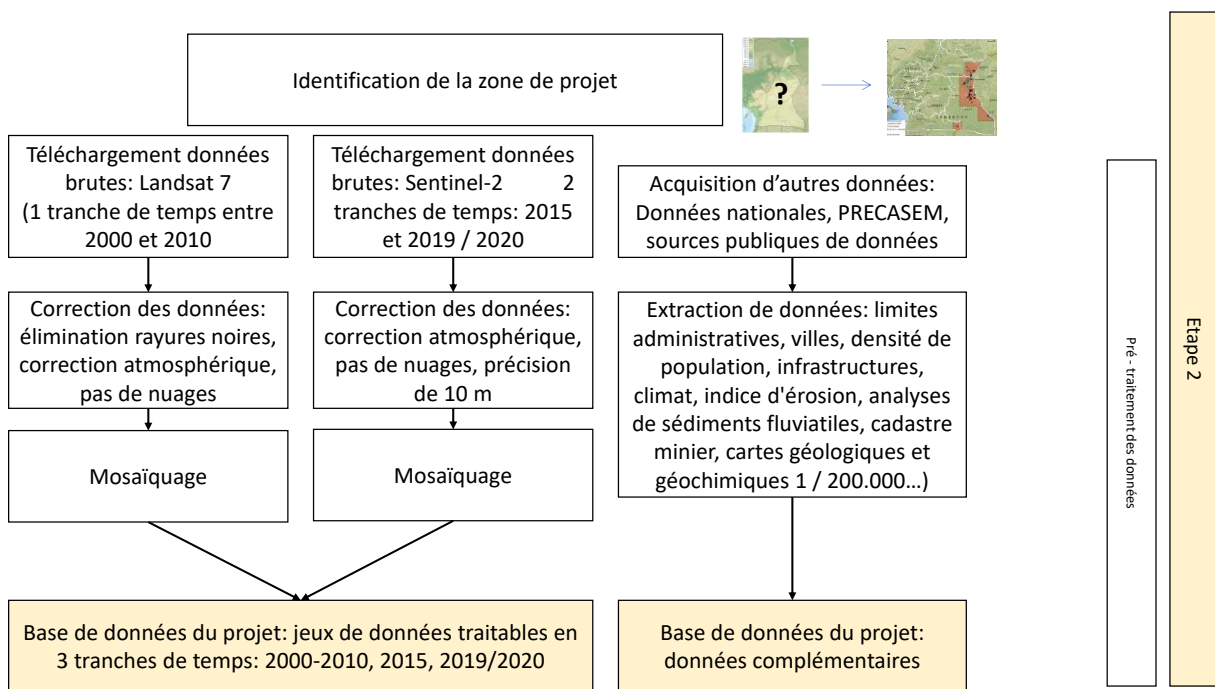


Figure 5 Work flow pour le pré-traitement des données de télédétection à l'étape 2 des activités.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 22
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						

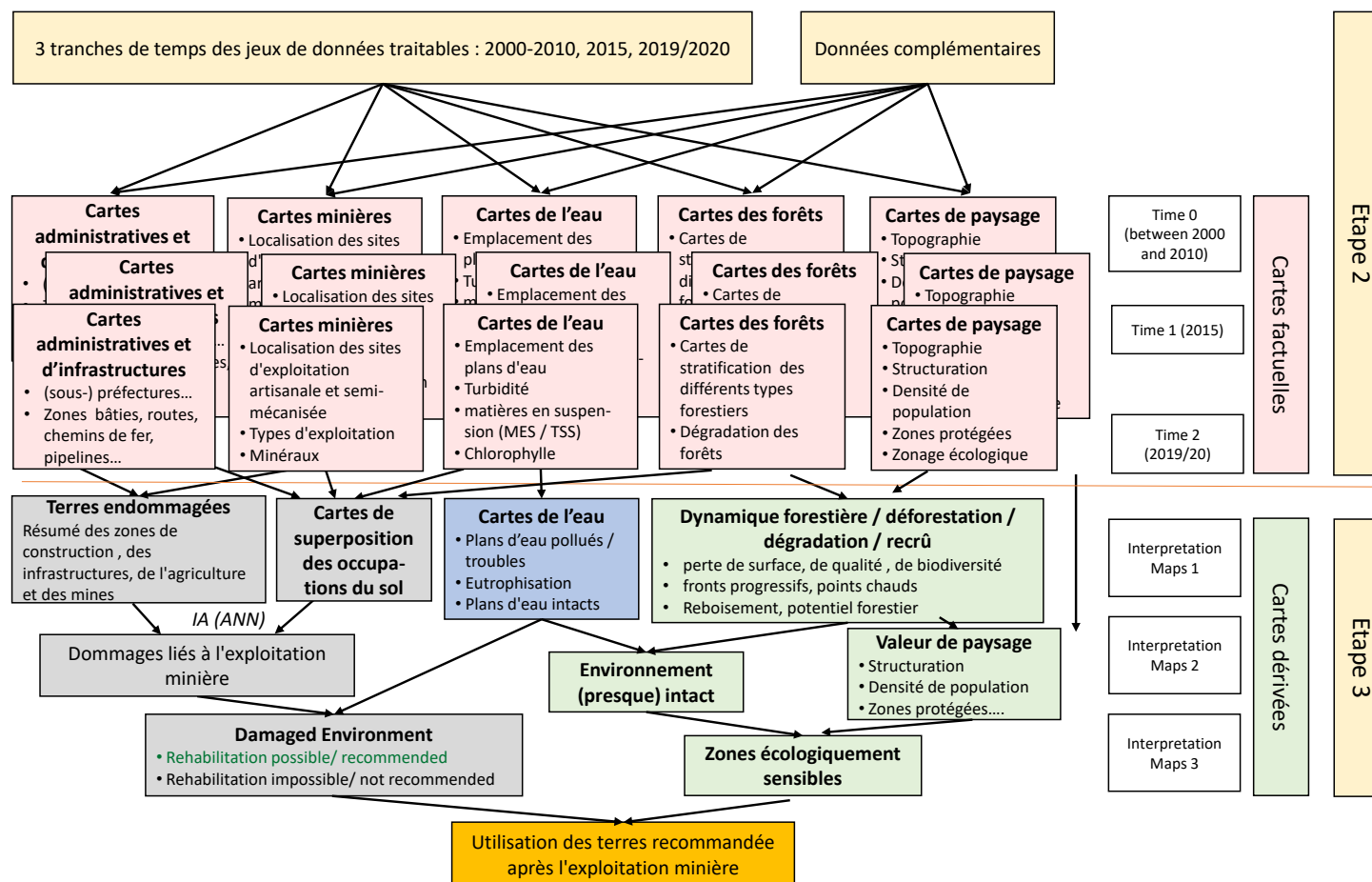


Figure 6 Work flow pour la création et le traitement des différentes données, des cartes factuelles pendant l'étape 2 et des cartes dérivées pendant l'étape 3 des activités.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 23
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



3.3.2 Sentinel-2

Pour les années 2015 et 2019/20, l'imagerie satellite Sentinel-2 sera mise en œuvre. L'utilisation de l'imagerie satellitaire Sentinel-2 dans cette étude présente quatre caractéristiques principales:

1. source de données disponible gratuitement,
2. une résolution spatiale faible à moyenne (4 bandes de 10 m, 6 bandes de 20 m, 3 bandes de 60 m),
3. les données multispectrales du visible (VNIR) et du proche infrarouge (NIR) à l'infrarouge à ondes courtes (SWIR) et,
4. une résolution temporelle de 5 jours à l'équateur depuis 2015, permettant de suivre l'évolution des paysages au cours des dernières années.

Les carreaux de grille Sentinel-2 spécifiques couvrant la zone d'étude ont été identifiés et sont illustrés à la Figure 7. Au total, neuf carrés de grille Sentinel-2 couvrent la zone d'étude. La totalité de la zone d'étude se trouve dans la zone Mercator UTM33N. Par conséquent, toutes les images sont projetées dans le système de coordonnées WGS84/UTM33N.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 24
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						

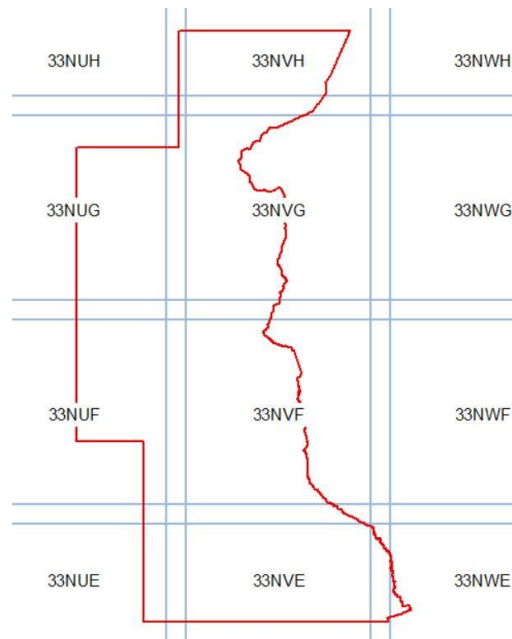


Figure 7 Identification des carrés de grille Sentinel-2 couvrant entièrement la zone d'étude.

Des spécifications supplémentaires pour l'imagerie Sentinel-2 sont données à l'Annexe 1.

3.3.3 Landsat-7

Nous utiliserons l'imagerie optique de Landsat-7 datant de la période entre 2000 et 2010. Ces données d'imagerie sont également gratuites et ont une résolution spatiale moyenne de 30 m. Les carreaux de grille Landsat-7 spécifiques couvrant la zone d'étude ont été identifiés et sont illustrés sur la Figure 8 . Au total, cinq carreaux de la grille Landsat-7 couvrent la zone d'étude. Toutes les images sont projetées dans le système de coordonnées WGS84/UTM33N.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 25
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						

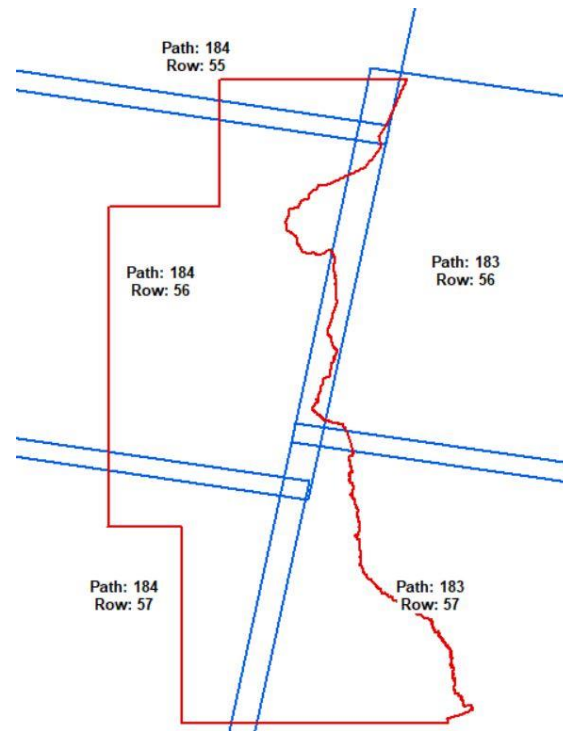


Figure 8 Identification des carreaux de grille Landsat-7 couvrant entièrement la zone d'étude.

Des spécifications supplémentaires pour l'imagerie Landsat-7 sont données à l'annexe 1.

3.3.4 Couverture nuageuse

Les analyses optiques nécessitent des images satellites avec moins de 10 % de couverture nuageuse acquises généralement après la saison des pluies. L'imagerie disponible indique que les images avec ou sans nuages après la saison des pluies sont généralement acquises en décembre ou début janvier. Par conséquent, cette période est considérée comme appropriée pour l'analyse optique dans cette zone d'étude. Une inspection détaillée des images disponibles sur la zone d'étude pendant la période d'analyse a révélé que les images répondant aux critères de couverture nuageuse sont disponibles sur l'ensemble de la zone d'étude.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 26
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



3.3.5 Téléchargement des données

3.3.5.1 Imagerie acquise en décembre 2019

Les produits Sentinel-2 sont téléchargés de la plateforme Copernicus de l'ESA (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/>). Ce téléchargement est gratuit. La plateforme permet d'accéder aux archives en ligne de données corrigées de l'atmosphère (niveau de traitement 2A).

3.3.5.2 Imagerie acquise en décembre 2015

Les images acquises en décembre 2015 font partie des données d'archives de longue durée (*LTA*) et ne sont disponibles que sous forme d'images hors ligne. L'accès au téléchargement gratuit des images satellite Sentinel-2 (*LTA*) hors-ligne est fourni par la plateforme de l'USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). L'imagerie satellite acquise en décembre 2015 pour les besoins de cette étude n'est disponible qu'au niveau 1C et doit être corrigée sur le plan atmosphérique et convertie en produit de niveau 2A. Dans ce cas, la conversion est effectuée dans QGIS à l'aide du plugin open-source de classification semi-automatique.

3.3.5.3 Imagerie acquise entre décembre 2000 et 2010

L'imagerie optique de Landsat-7 acquise en 2002 (avant l'échec des instruments de correction des lignes de balayage (*SLC*) – voir Annexe 1) sera mise en œuvre. L'accès au téléchargement gratuit de l'imagerie Landsat-7 par réflectance de surface est possible sur la plateforme de l'USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Les données corrigées de l'atmosphère comprennent des informations multispectrales allant du visible (*VNIR*) et du proche infrarouge (*NIR*) à l'infrarouge à ondes courtes (*SWIR*) et sont prêtes à être utilisées pour l'analyse.

Une liste des images téléchargées est donnée dans Tableau 4 et Tableau 5:

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 27
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



Tableau 4 Liste des images satellites Sentinel-2 téléchargées couvrant la zone d'étude.

Carré	Produit de données	Résolution Spatiale (Spatial Resolution)	Source de données (Data source)	Système de coordonnées (Reference System)	Jour d'acquisition (Time of Acquisition)
T33NUE	2A	10m, 20m, 60m	ESA	UTM33N / WGS84	20191205
T33NUF	2A	10m, 20m, 60m	ESA	UTM33N / WGS84	20191205
T33NUG	2A	10m, 20m, 60m	ESA	UTM33N / WGS84	20191205
T33NUH	2A	10m, 20m, 60m	ESA	UTM33N / WGS84	20191205
T33NVE	2A	10m, 20m, 60m	ESA	UTM33N / WGS84	20191205 20191217
T33NVF	2A	10m, 20m, 60m	ESA	UTM33N / WGS84	20191205 20191217
T33NVG	2A	10m, 20m, 60m	ESA	UTM33N / WGS84	20191205
T33NVH	2A	10m, 20m, 60m	ESA	UTM33N / WGS84	20191205
T33NWE	2A	10m, 20m, 60m	ESA	UTM33N / WGS84	20191205



T33NUE	1C	10m, 20m, 60m	USGS	UTM33N / WGS84	20151226
T33NUF	1C	10m, 20m, 60m	USGS	UTM33N / WGS84	20151226
T33NUG	1C	10m, 20m, 60m	USGS	UTM33N / WGS84	20151226
T33NUH	1C	10m, 20m, 60m	USGS	UTM33N / WGS84	20151226
T33NVE	1C	10m, 20m, 60m	USGS	UTM33N / WGS84	20160102
T33NVF	1C	10m, 20m, 60m	USGS	UTM33N / WGS84	20160102
T33NVG	1C	10m, 20m, 60m	USGS	UTM33N / WGS84	20151226
T33NVH	1C	10m, 20m, 60m	USGS	UTM33N / WGS84	20151226
T33NWE	1C	10m, 20m, 60m	USGS	UTM33N / WGS84	20160102

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 29
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



Tableau 5 Liste des images satellites Landsat-7 téléchargées couvrant la zone d'étude.

Path / Row	Level	Spatial Resolution	Data Source	Reference System	Time of Acquisition
183 / 56	2	30m	USGS	UTM33N / WGS84	20021204
183 / 57	2	30m	USGS	UTM33N / WGS84	20021204
184 / 55	2	30m	USGS	UTM33N / WGS84	20021125
184 / 56	2	30m	USGS	UTM33N / WGS84	20021125
184 / 57	2	30m	USGS	UTM33N / WGS84	20021227

3.3.6 Traitements

3.3.6.1 Correction atmosphérique

L'analyse sur de grandes zones et de longues périodes de temps nécessite l'utilisation de données corrigées de l'atmosphère. La correction atmosphérique est une étape préalable essentielle pour renforcer et améliorer l'identification des signatures spectrales de différents objets ou matériaux à la surface du sol. Les commentaires suivants s'appliquent à l'imagerie mise en œuvre dans cette étude :

- Landsat-7 : les données corrigées de l'atmosphère peuvent être commandées et téléchargées gratuitement en tant qu'imagerie de réflectance de surface (niveau 2).

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 30
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



- Sentinel-2 : les données corrigées de l'atmosphère (les produits dits "*Bottom-of-Atmosphere Level-2A*") ne sont disponibles que pour les images satellite acquises après la fin de 2018. Les images antérieures doivent être converties individuellement du niveau 1C en produits de niveau 2A à correction atmosphérique.

3.3.6.2 Mosaïquage

Enfin, les images satellite sont mosaïquées en mosaïques à couleurs équilibrées (pour éviter toute incohérence spectrale due à des variations phénologiques dans les zones de chevauchement) et découpées à la zone d'étude. Une vue d'ensemble des mosaïques créées est donnée à la Figure 9. Par conséquent, les bandes de la mosaïque sont prêtes à être utilisées pour l'analyse optique.

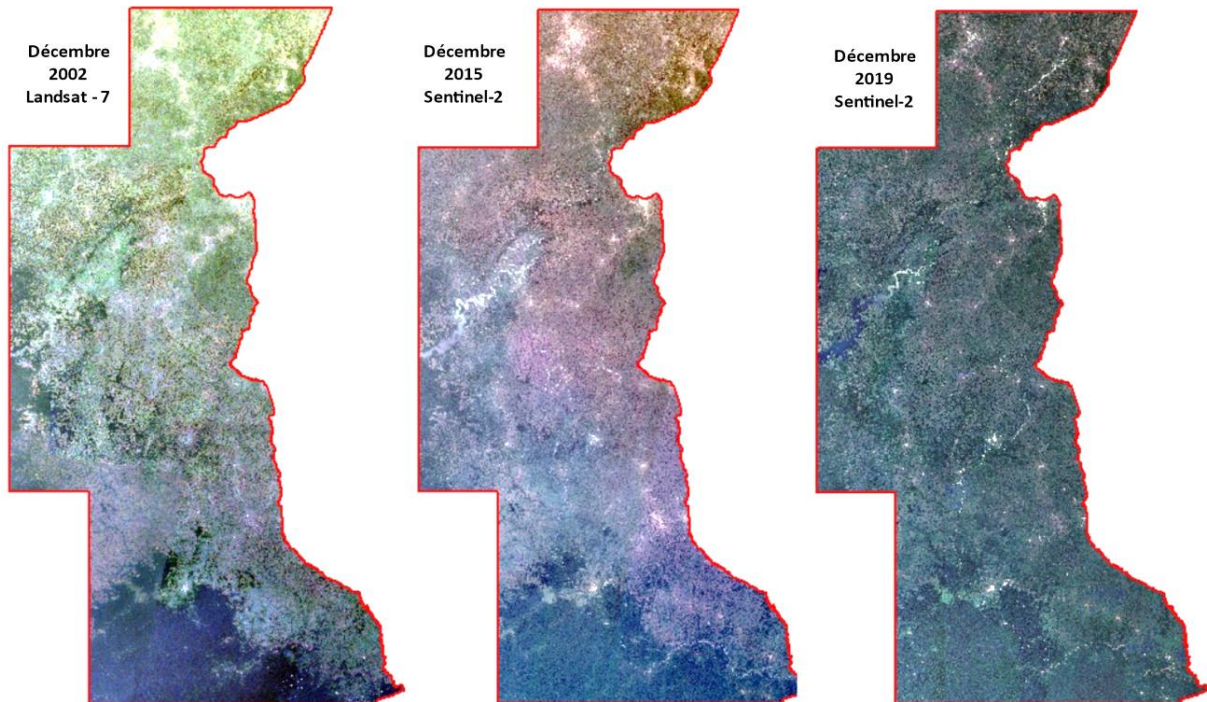


Figure 9 Jeux de données en mosaïque d'images satellitaires Sentinel-2 acquises en décembre 2002, 2015 et 2019.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 31
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



3.4 Exemple de mise en oeuvre de la méthodologie

Comme exemple, nous nous référons à une petite zone d'essai située dans le district minier aurifère bien connu de Bétaré Oya / région de l'Est. Cette zone d'essai, que nous appelons Z1, a une surface d'environ 270 km², située au nord de la ville de Bétaré Oya (voir Figure 10). La zone inclut la rivière du Lom dont le lit est actuellement en train d'être inondé, de l'ouest vers l'est, du barrage de Lom-Pangar qui n'est pas encore indiqué à la Figure 10. Les marécages des affluents du Lom, tels que Boyo, Nakoyo et Mari, sont pour une bonne partie exploités de manière semi-mécanisée pour des graviers aurifères. Leurs profondeurs peuvent dépasser les 6 m, ce qui entraîne le déplacement de grands volumes de recouvrement et de gravier dans les marécages.

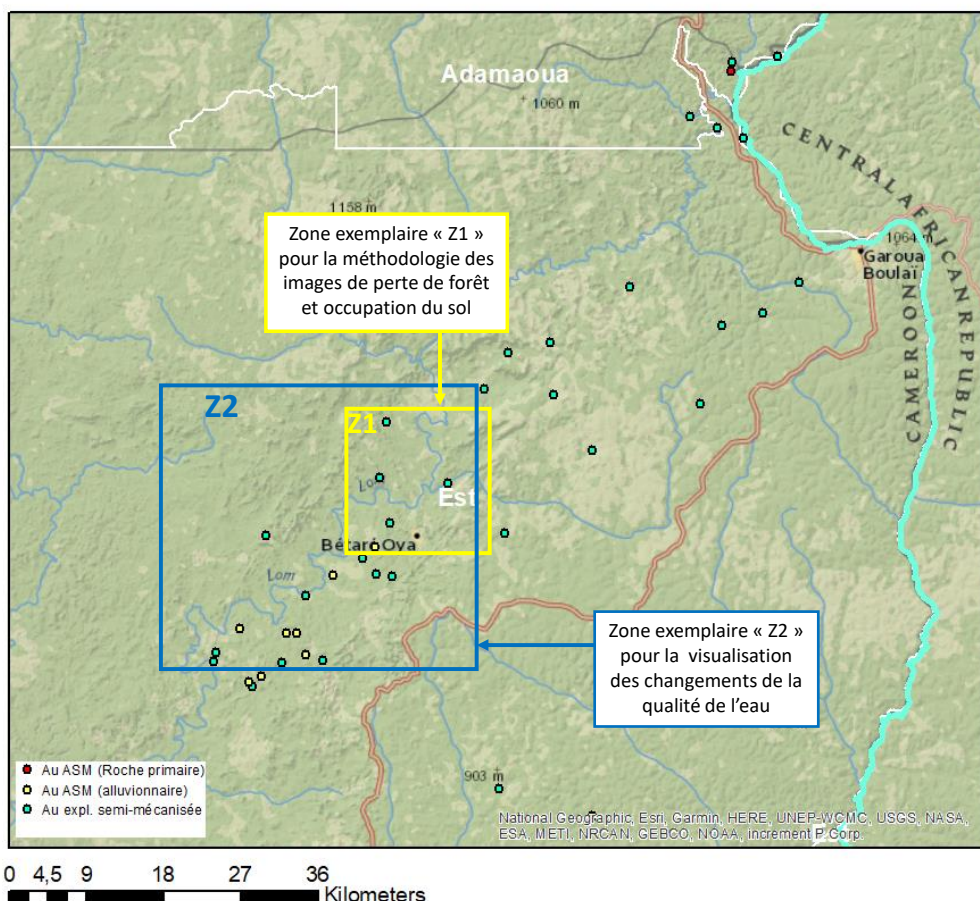


Figure 10 Localisation de la Zone d'essai pour la visualisation du traitement des données de déforestation et d'occupation du sol (Z1) et de la turbidité de l'eau (Z2) à Bétaré Oya

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 32
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



3.4.1 Configuration de la base de données du projet

Après la définition finale de la zone du projet, le processus d'acquisition des données est lancé :

- Identification de la meilleure tranche de temps pour l'état à «T0» entre l'an 2000 et 2010:
 - Téléchargement des images respectives de Landsat 7,
 - Correction atmosphérique,
 - Mosaïquage et création d'images exploitables.
- Identification des meilleures images Sentinel-2 pour les deux tranches de temps 2015 et 2019/2020 (si possible à la même saison de l'année):
 - Téléchargement des images respectives,
 - Correction atmosphérique, élimination des nuages (voir Figure 11).
- Mosaïquage et création d'images exploitables

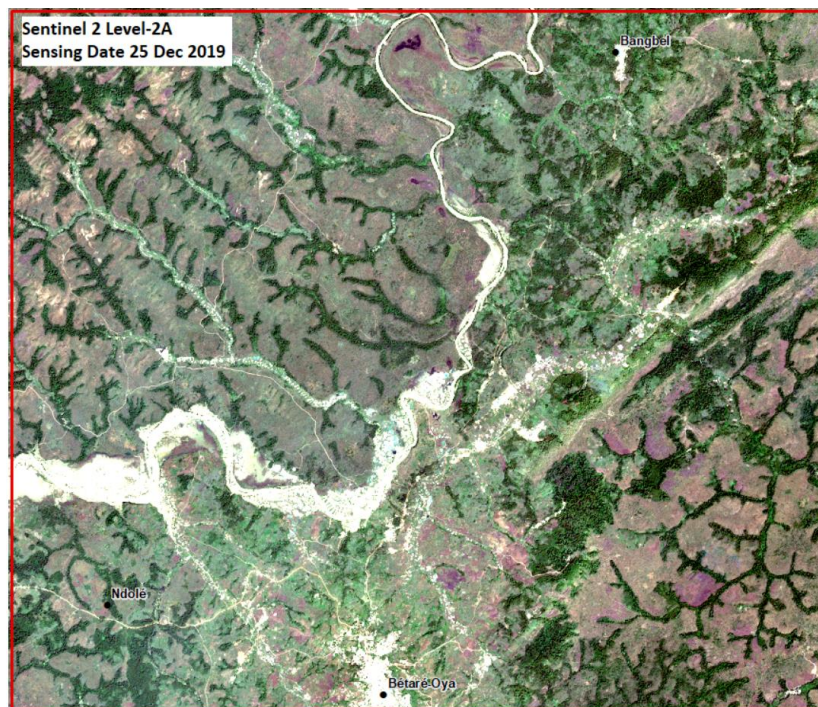


Figure 11 Image Sentinel-2 corrigée pour la zone d'essai Z1

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 33
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



Des sources de données complémentaires seront identifiées et les données seront organisées:

- Sources gouvernementales du Cameroun:
 - Cartes de base topographiques,
 - Extraction de données cadastrales,
 - Permis forestiers et réserves forestières,
 - Réseau routier et ferroviaire,
 - Zones protégées,
 - Analyses géochimiques des sédiments de ruisseaux,
 - Statistiques nationales...
- D'autres sources de données:
 - Organisations internationales et d'autres données publiées pour le Cameroun
 - Données du climat
 - *Open street map* et *Google Earth*: données topographiques de base.
- À partir de ces jeux de données, les meilleures données seront identifiées et la base de données du projet sera créée. Les données spatiales (rasters, shape files, ESRI géodatabase) seront organisées en formats ESRI (Esri 10.6, ou toute autre version ArcGIS requise).
- Toutes autres données (bibliographie, documentation de terrain...) seront fournies en MS Office 2016 (PowerPoint, ACCESS, WORD, EXCEL).

3.4.2 Traitement de données et analyse d'images

Les autres étapes du traitement des données suivent le flux de travail illustré à la Figure 6. Dans ce qui suit, nous montrons différents exemples de traitement de données pour la zone d'essai Z1 (localisation voir Figure 10 ci-dessus).

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 34
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



3.4.3 Identification des zones minières par une approche de réseaux neuronaux artificiels (ANN)

Ayant déterminé la perte et l'état de dégradation général des forêts, le changement d'utilisation des terres et le changement de composition de l'eau, il est important pour le projet de distinguer les dégâts liés à l'exploitation minière des autres origines possibles (incendie, extension des surfaces agricoles et des zones bâties, etc.).

Pour l'identification des zones minières, nous utilisons des données de télédétection interprétées par des méthodes d'intelligence artificielle à l'aide du logiciel de prédictivité advangeo® développé par Beak Consultants. Le logiciel travaille sur la base des réseaux neuronaux artificiels (ANN). Il s'entraîne avec des surfaces d'apprentissage (*training areas*), dans notre cas, avec des sites miniers identifiés sur les images de télédétection (Figure 12).

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 35
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						

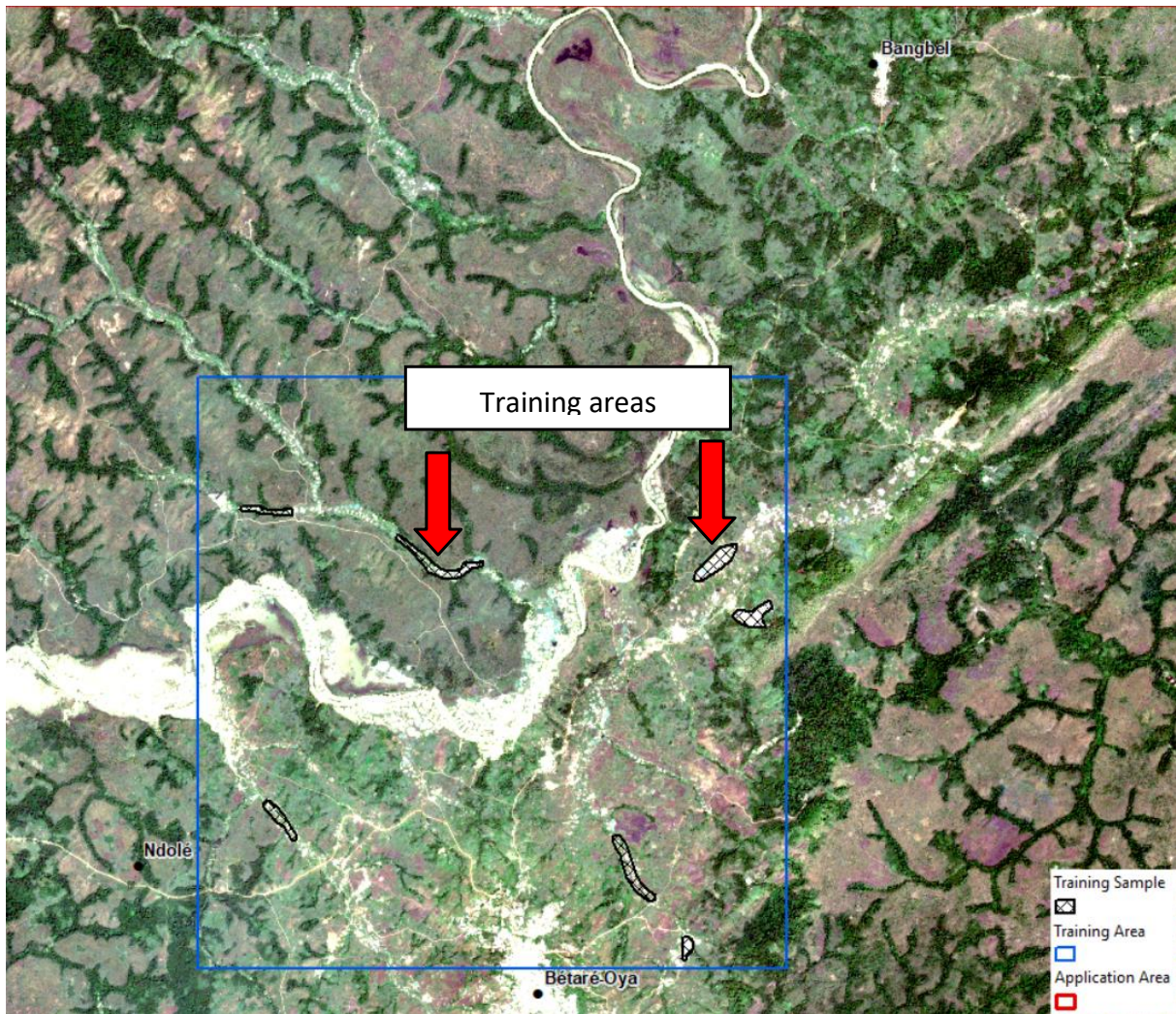


Figure 12 Exemples de zones minières choisies pour l'apprentissage des réseaux neuronaux artificiels (ANN) pour la reconnaissance automatique de sites miniers similaires à partir des images de télédétection

La Figure 13 montre les zones minières identifiées par l'ANN en appliquant les règles de reconnaissance suite à l'apprentissage sur les sites d'entraînement. Le workflow général est illustré à la Figure 14.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 36
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						

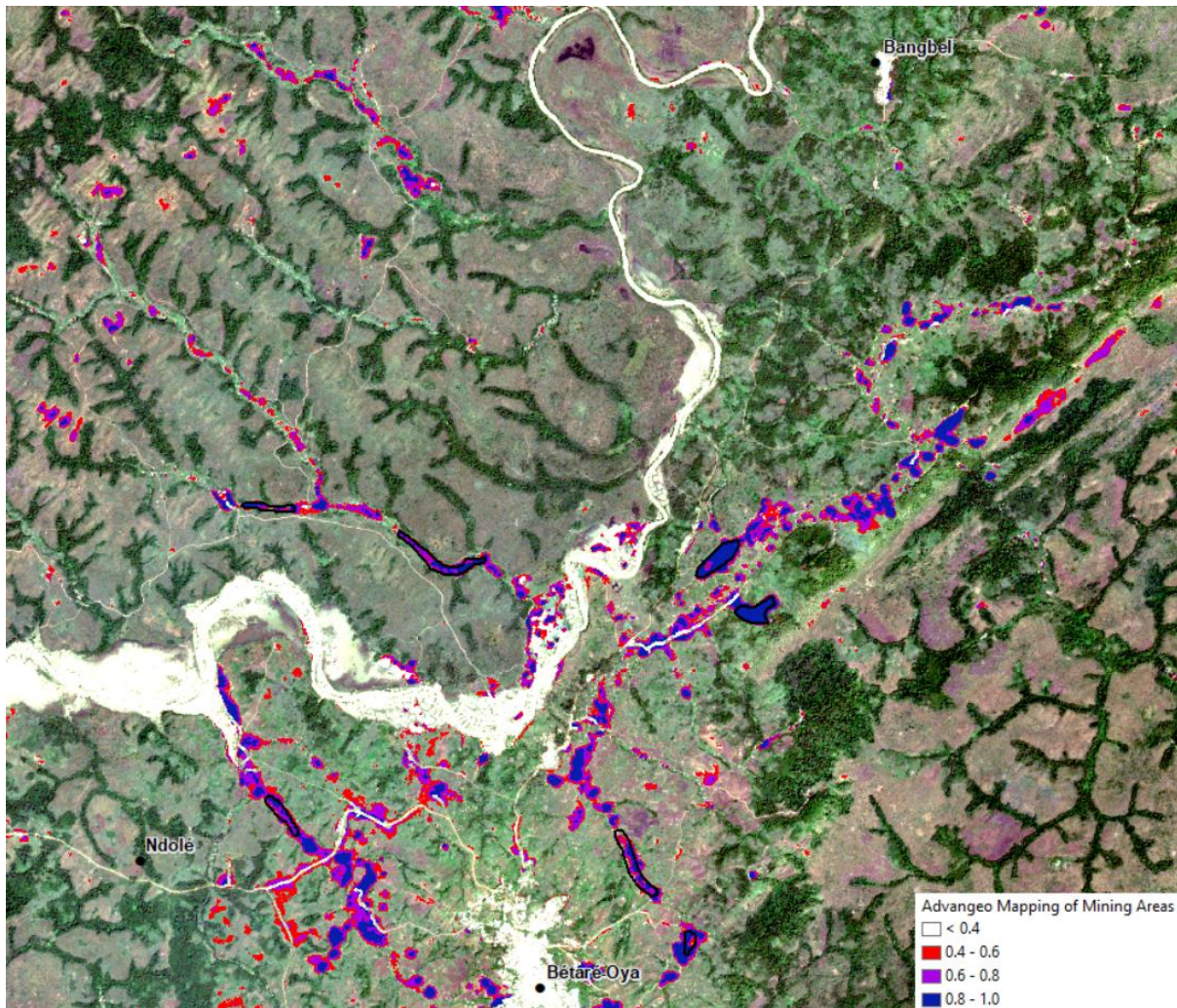
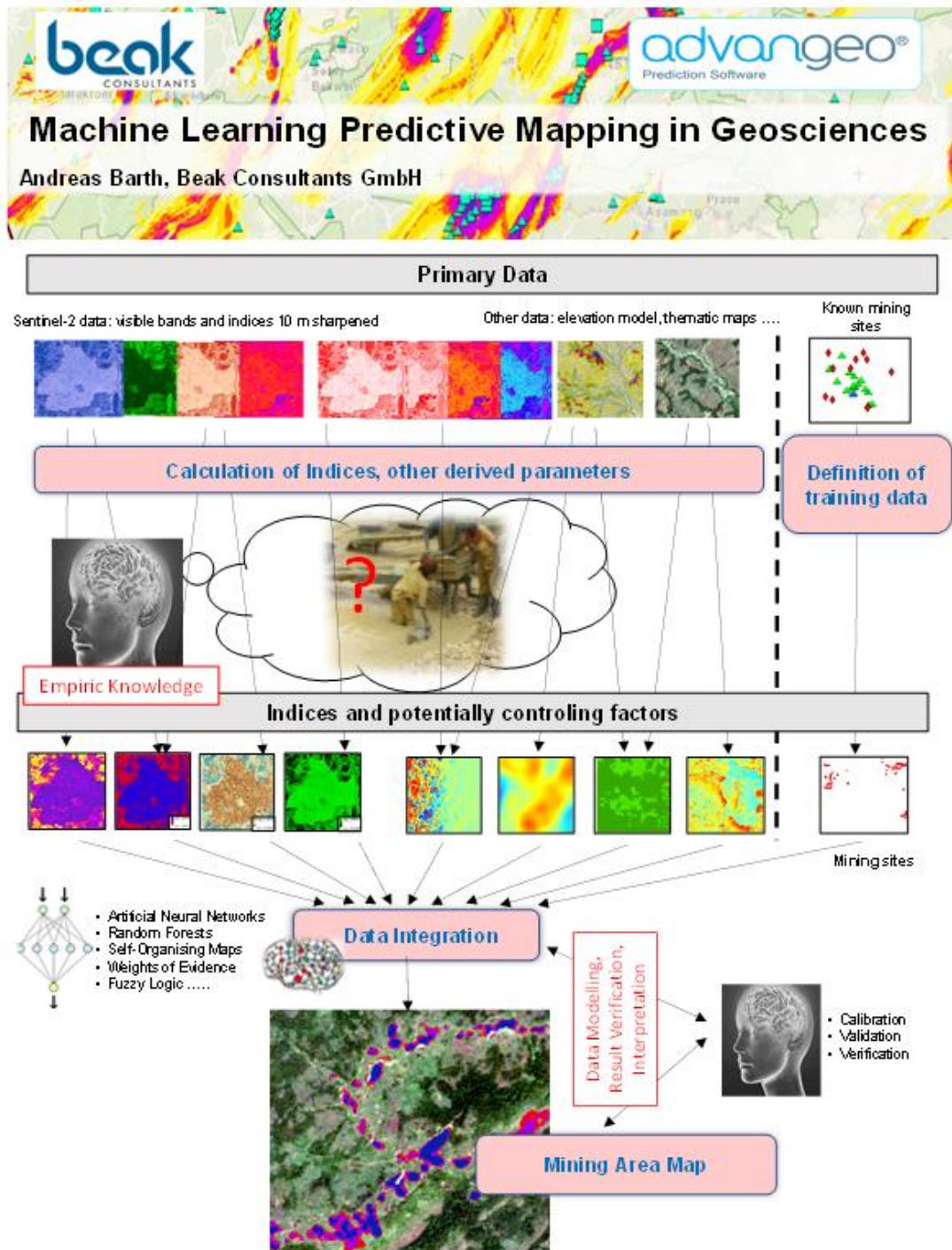


Figure 13 Carte des sites miniers identifiés par l'ANN du logiciel advangeo® Prediction software dans les marécages des affluents du Lom, basée sur l'expérience tirée des sites d'apprentissage (zone d'essai Z1)

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 37
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



Beak Consultants GmbH
Tel.: +49 (0)3731 781350
Mail: postmaster@beak.de
Web: www.beak.de

Figure 14 Workflow pour l'interprétation des données basée sur ANN utilisant le logiciel advangeo® Prediction software

Etat	Brouillon	Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 38
	Autorisé	x 2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc					



Dans le cas de la carte présentée à la Figure 13, des paramètres ont été utilisés pour l'identification des sites miniers, comme indiqué à la Figure 15. Les poids de réseau (*connection weights*) des différents facteurs sont attribués par le logiciel pendant l'apprentissage.

Name	Connection Weights	Garson Algorithm
S2A_MSIL2A_20191225\B07	15.09	0.82
S2A_MSIL2A_20191225\B08	8.49	0.94
S2A_MSIL2A_20191225\B8A	8.35	1.01
S2A_MSIL2A_20191225\B06	25.71	1.18
osm_mask	-34.24	1.28
S2A_MSIL2A_20191225\NDVI	-61.9	1.33
S2A_MSIL2A_20191225\B11	24.71	1.42
S2A_MSIL2A_20191225\B09	139.12	2.04
S2A_MSIL2A_20191225\B03	52.44	2.26
S2A_MSIL2A_20191225\B12	29.59	2.64
S2A_MSIL2A_20191225\B05	53.93	2.77
S2A_MSIL2A_20191225\B02	47.15	2.87
S2A_MSIL2A_20191225\B04	28.21	3.24
S2A_MSIL2A_20191225\B01	251.02	5.19

Figure 15 Paramètres utilisés pour identifier les zones minières et leurs poids de réseau respectifs

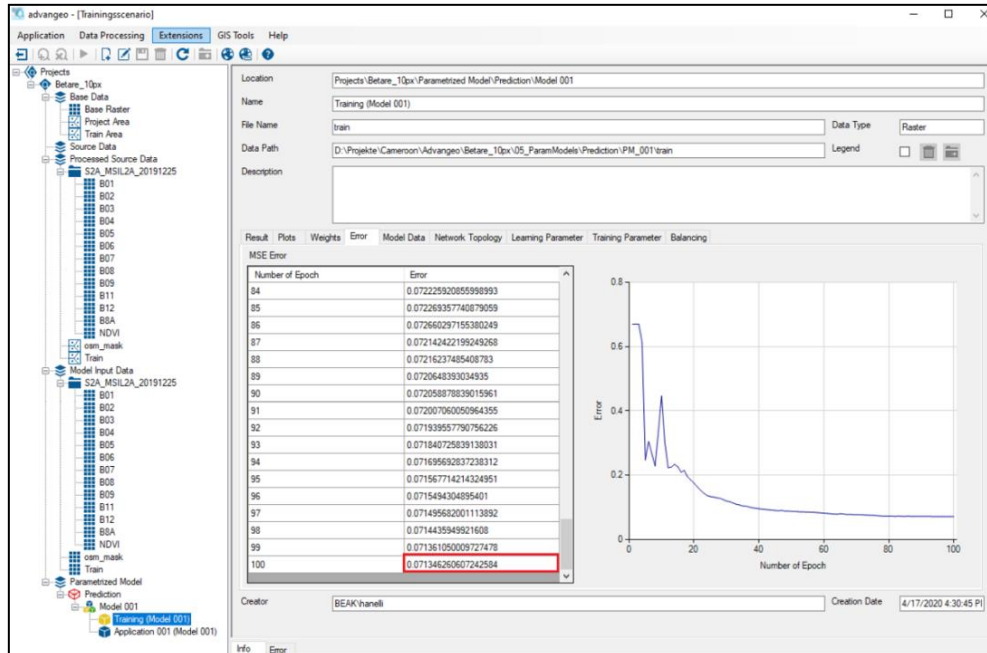


Figure 16 Courbe d'apprentissage ANN: très bonne adaptation du modèle avec une erreur de réseau < 0,08 et un minimum d'erreur stable

Etat	Brouillon	Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 39
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc					



La carte de la couverture terrestre est une combinaison des couches de données créées ci-dessus avec quelques ajouts et généralisations. Dans notre cas, nous avons ajouté des informations sur la rugosité (*roughness*) du paysage, indiquant des zones de plus haute valeur potentielle (montagnes, pentes escarpées, gorges,...). Cela est lié au fait qu'un paysage à contrastes morphologiques peut offrir des habitats plus divers et attirer une flore et faune plus variée qu'un paysage relativement plat.

La carte actuelle de l'occupation du sol (Figure 17) donne un aperçu de la répartition des zones endommagées, des zones à plus haute valeur écologique, mais aussi des zones de réhabilitation et de réintégration dans l'environnement.

Le Tableau 6 présente les statistiques aériennes de la zone d'essai Z1 : près de 7,5% de la surface est représentée par des plaines et marécages où les graviers alluvionnaires aurifères ont été exploités. 28 % de la surface est encore occupée par les forêts.

Tableau 6 *Repartition de l'occupation du sol dans la zone d'essai Z1*

Couverture terrestre	Surface (km ²)	Proportion (%)
Eau	3,03	1,12
Zone urbaine	3,06	1,14
Savanne	101,60	37,63
Agriculture / brousse ou prairies	66,33	24,57
Forêt dense	75,81	28,08
Zones minières	20,14	7,46
Total de la zone d'essai Z1	269,98	100,00

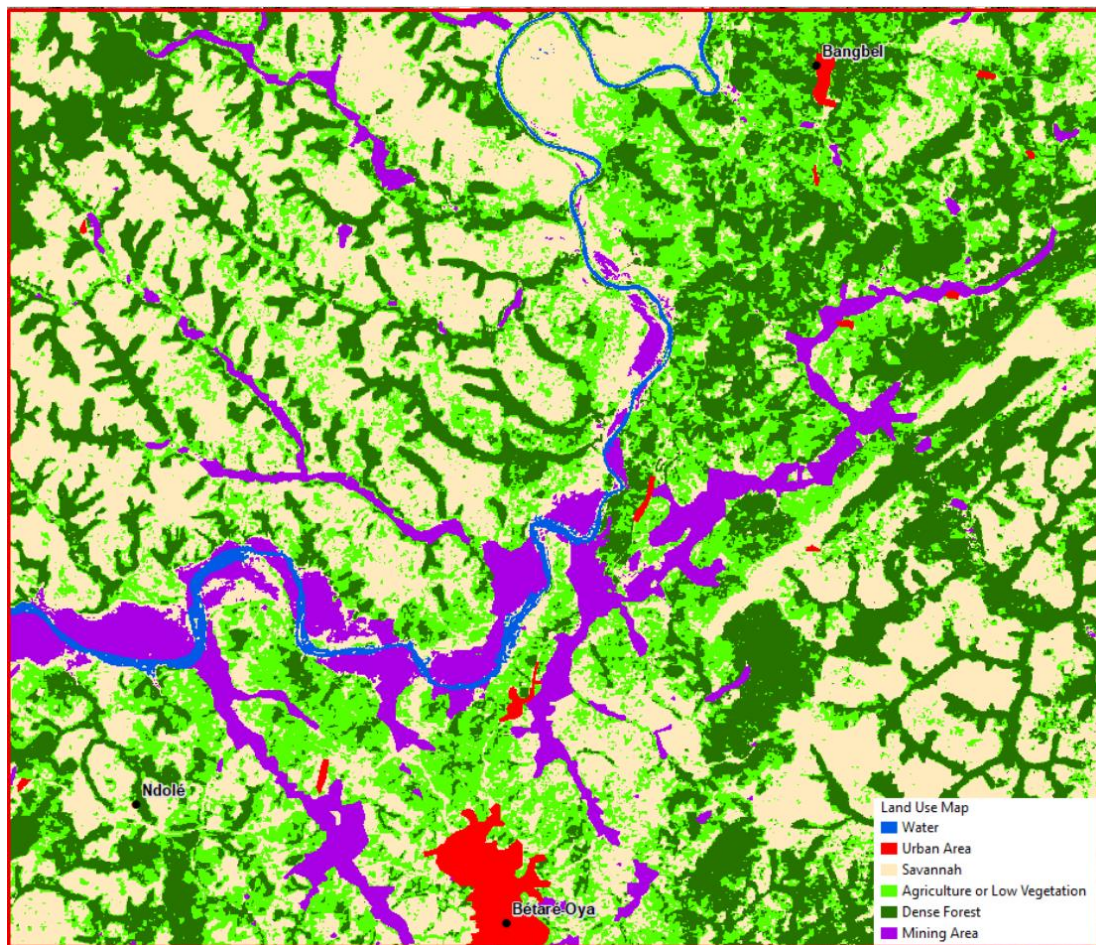


Figure 17 Carte de l'occupation du sol de la zone d'essai Z1



Figure 18 Végétation typique de l'Est du Cameroun de la forêt dense (marécages, partie sud de la zone d'étude proposée) à la savanne arborée (plateaux de la partie centrale et nord).

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 41
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



3.4.4 Cartes de l'évolution du couvert forestier

Le consultant analysera l'état actuel et le développement du couvert forestier camerounais dans la zone d'étude et accomplira les tâches suivantes :

a) Cartes de l'occupation des terres

Conception de cartes de l'occupation des terres sur 3 tranches de temps (Figure 19) en utilisant des algorithmes supervisés de *machine-learning* de type Forêts d'arbres décisionnels (*Random Forests*).

Les classes d'occupation des terres à identifier sont : les sites miniers, les occupations humaines, l'eau, la forêt, l'agriculture, la végétation basse, la savane, les zones brûlées, les affleurements/les sols stériles. Certaines de ces classes sont extraites automatiquement, par exemple, l'eau, la forêt, les zones brûlées, etc. D'autres classes, qui décrivent principalement l'utilisation des terres, doivent être classifiées manuellement en utilisant des connaissances plus larges, par exemple les sites miniers - ceux-ci sont identifiés par des réseaux neuronaux artificiels comme décrit au point 4.4.3 et devront être ajoutés manuellement aux cartes d'occupation des terres.

Classification en zones agricoles/zones de développement naturel

Un autre défi consiste à distinguer les zones à faible végétation qui se sont développées naturellement, des zones agricoles. En général une surveillance mensuelle est nécessaire afin de détecter l'influence de l'activité humaine (en cas d'utilisation de terres agricoles) ou le développement naturel des champs. Les images sans nuages étant uniquement disponibles pendant une période très courte (décembre-janvier), réaliser une telle classification est difficile.

Le consultant utilisera toutes les données satellitaires disponibles gratuitement (y compris les *basemaps* régionales de la planète fournies par le programme de données satellitaires de l'Initiative Internationale sur le Climat et les Forêts de Norvège (NICFI) pour décembre 2015 et 2019, <https://www.planet.com/nicfi/>) afin de classifier les zones de végétation en zones d'agriculture ou de développement naturel.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 42
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



Variations phénologiques de la végétation

Un autre aspect important à prendre en compte est que la classification des zones de végétation dépend fortement des variations phénologiques des plantes pendant la période d'acquisition des données satellites. Par exemple, les zones de savane sont indiquées comme telles sur les images Landsat de 2001-2002, car pendant la période d'acquisition, aucune végétation ne s'était encore développée à cette période. Les images Sentinel-2 de 2015 et 2019 donnent une autre image de la distribution relative des zones de savane et de végétation, car pendant cette période, une végétation basse s'était développée naturellement sur la savane ;

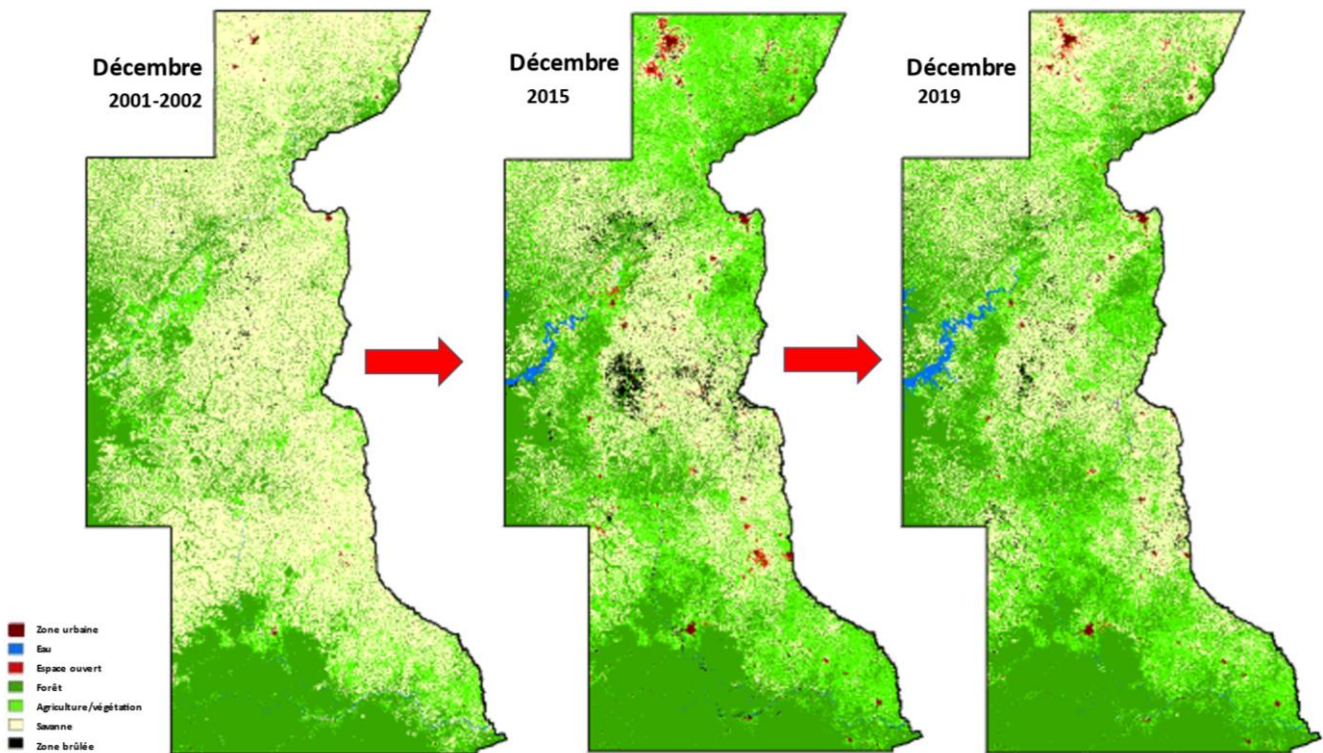


Figure 19 Cartes de l'occupation des terres pour les trois périodes d'étude

- b) Les cartes de l'occupation des terres permettent d'extraire la superficie forestière pour chaque période étudiée (2001-2002, 2015 et 2019) et donc d'analyser **l'évolution de la dynamique forestière sur** ces trois tranches de temps. Ces analyses permettent de comparer la couverture forestière et d'en déduire des informations sur le gain ou la perte de

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 43
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



forêts. Un exemple de gain de forêt est illustré à la Figure 20. Dans cet exemple, la forêt a repoussé naturellement et peut donc être considérée comme une forêt secondaire¹ ;

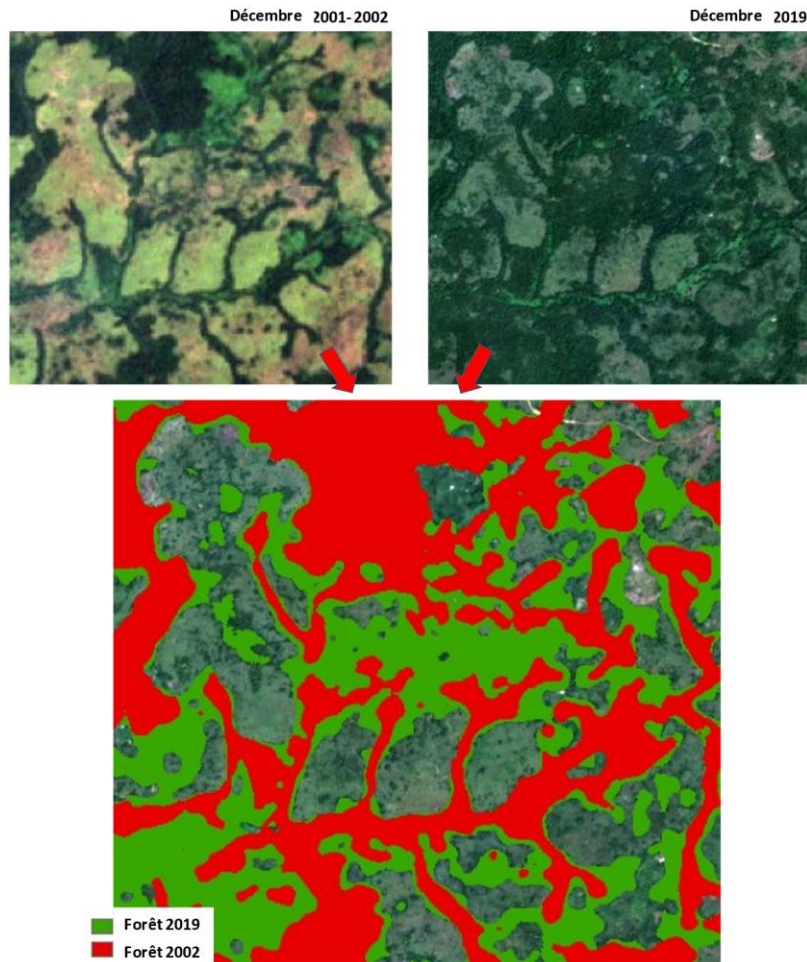


Figure 20: Exemple de gain de forêt (en vert) de décembre 2002 à décembre 2019

- c) Les cartes de l'occupation des terres permettent d'analyser la **déforestation induite par l'exploitation minière**. Un exemple de perte de forêts due aux activités minières est illustré à la Figure 21 ;

¹Par opposition aux forêts primaires (c'est-à-dire les forêts jamais coupées par l'homme, mieux connues sous le nom de "jungle" dans les zones tropicales et beaucoup plus riches en biodiversité que les forêts secondaires, naturelles ou artificielles.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 44
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						

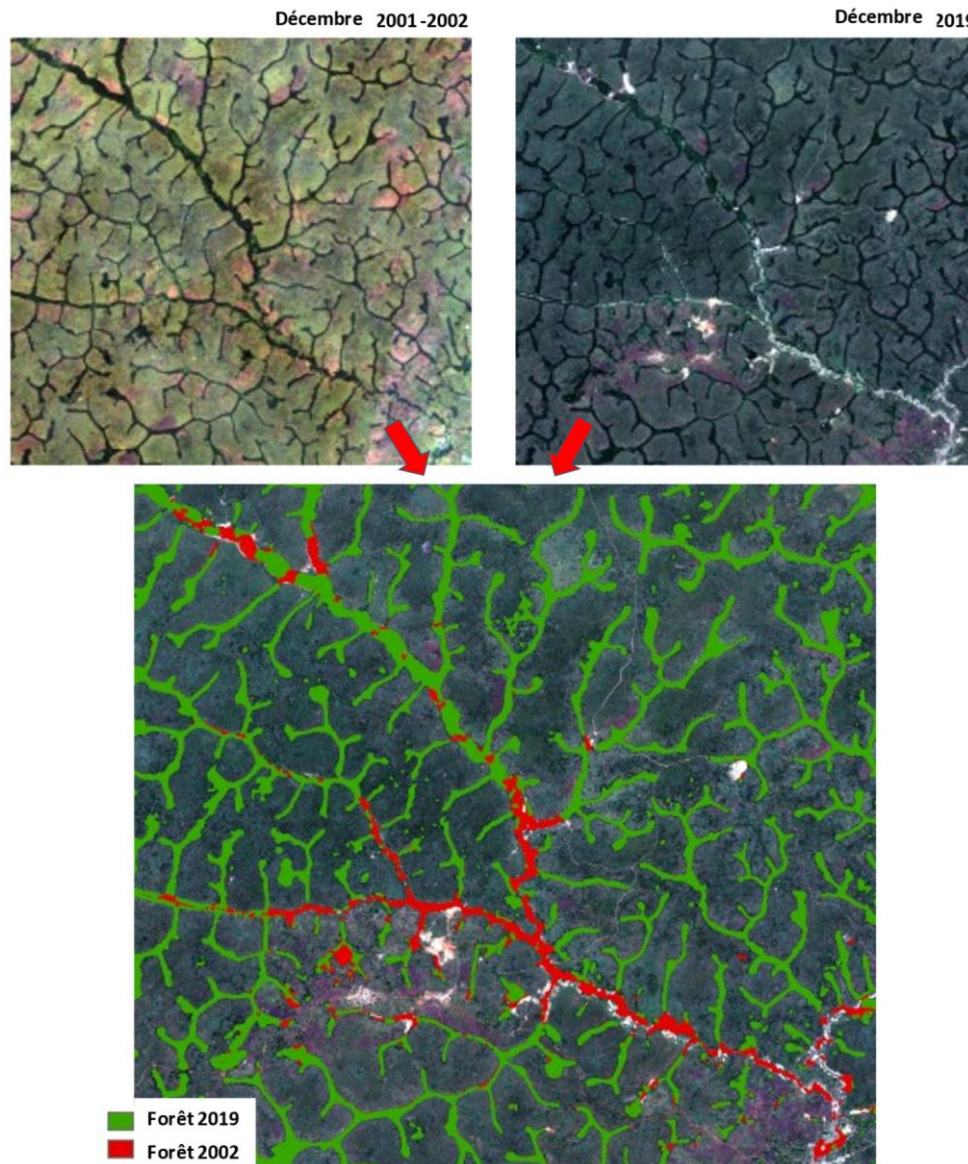


Figure 21: Exemple de déforestation (en rouge) induite par les activités minières entre décembre 2002 et décembre 2019

- d) Il est également prévu d'analyser la répartition relative et les relations entre les zones de gain/perte de forêts et les autres types de couverture terrestre (occupations humaines, agriculture, etc.) ;
- e) En outre, les zones forestières seront classifiées autant que possible par types de forêts : forêt primaire/secondaire/naturelle/artificielle, etc. Cette classification permettra de tirer des conclusions sur l'évolution de la biodiversité et de l'empreinte carbone des forêts.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 45
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



3.4.5 Cartes de l'eau et détection des changements de qualité

Pour visualiser la turbidité de l'eau et ses changements, nous élargissons la zone d'essai de Bétaré Oya vers l'ouest et le sud afin d'inclure entre autres le nouveau barrage de Lom-Pangar. Les informations sur les plans d'eau et leur turbidité seront extraites des images comme indiqué à la Figure 22.

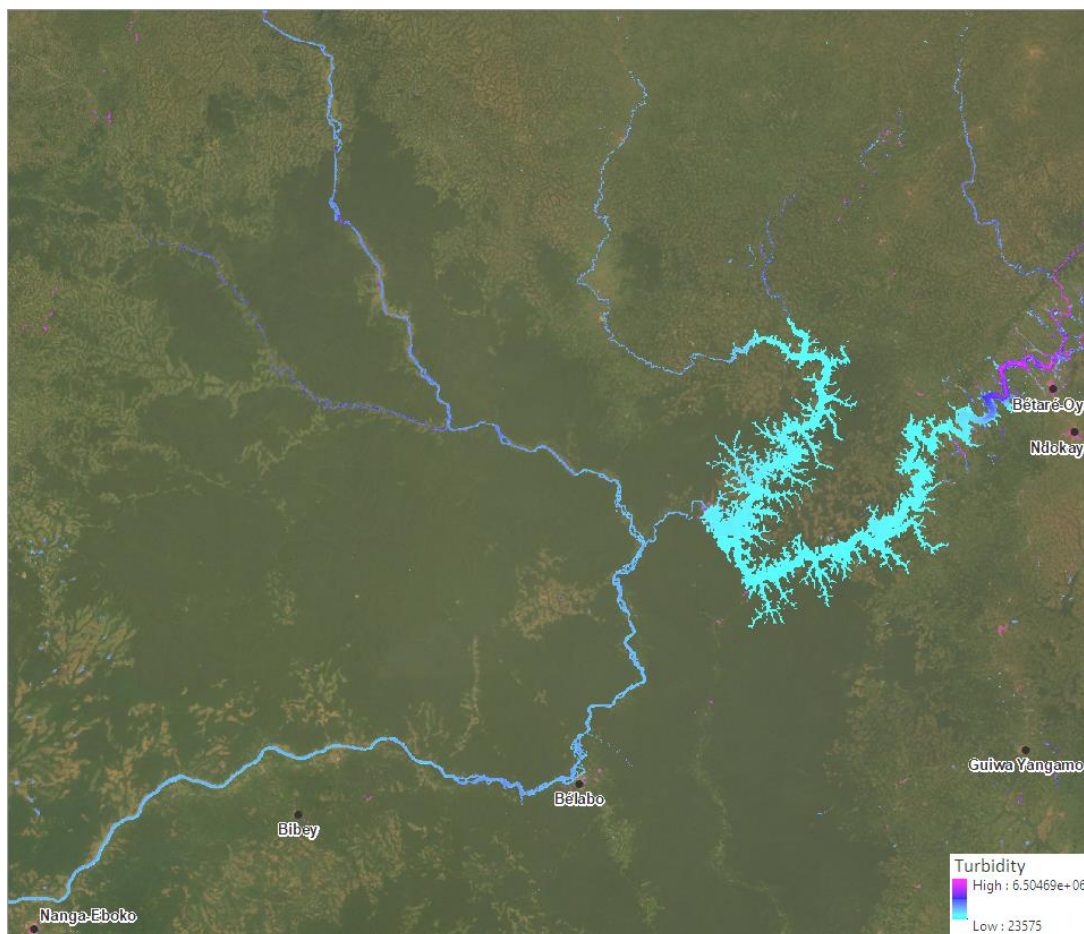


Figure 22 Carte de turbidité de l'eau extraits des images Sentinel-2 ; décembre 2019

Plusieurs informations relatives à l'eau peuvent être utilisées pour identifier la dégradation / le changement de composition des plans d'eau. La Figure 23 montre l'impact du TSS (« *total suspended solids* » - matière en suspension) lié à l'exploitation minière sur le cours d'eau de la rivière du Lom et ses affluents au nord de Bétaré Oya, dans la zone Z2.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 46
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						

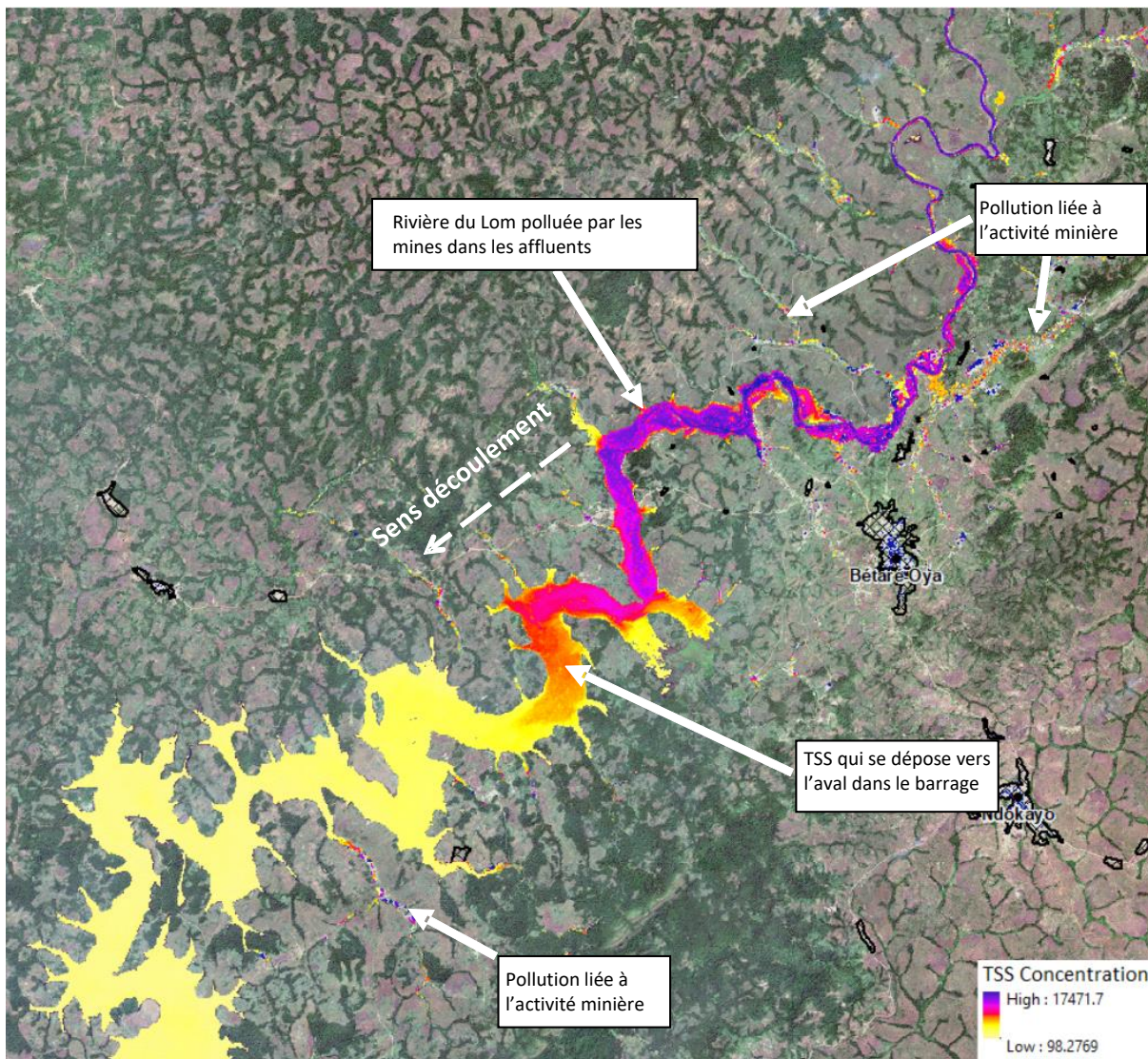


Figure 23 Matière en suspension (TSS, en $10 \cdot \text{mg/l}$) indiquant de fortes activités minières dans les marécages des affluents et leur impact sur l'eau du Lom dans la partie NE de l'image. Plus en aval, les matières se déposent au fond du réservoir et la concentration en TSS diminue.

A côté du TSS, la chlorophylle peut être utilisée comme indicateur de pollution de l'eau car les sédiments en suspension transportent des nutriments consommés par les algues, qui mènent à l'eutrophisation des eaux. On peut constater que ce sont des nutriments liés à la matière fine enlevée des sols par lessivage. En contrepartie à la sursaturation des eaux en nutriments, ce lessivage conduit à un appauvrissement des sols qui restent dépourvus de leur fraction argilleuse (Figure 24).

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 47
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						

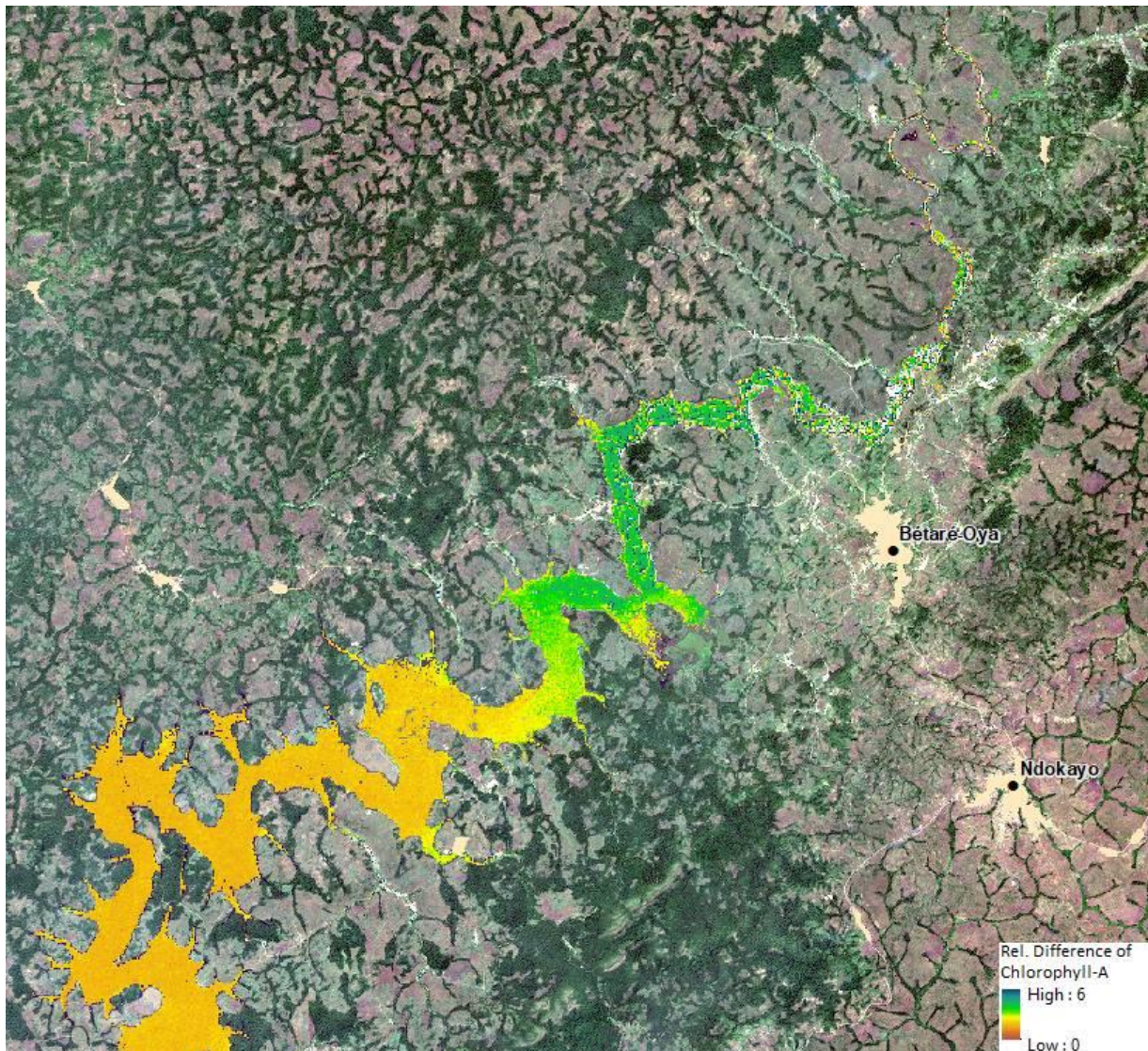


Figure 24 Changements dans la teneur en chlorophylle révélateurs de la sursaturation des eaux en nutriments, zone Z2

Les données et méthodes de télédétection fournissent des informations sur la qualité et la disponibilité des eaux de surface. Dans le cadre de ce projet, la zone d'eau sera extraite pour chaque tranche de temps et les changements du régime hydrographique dus aux activités minières seront analysés.

L'analyse de la qualité de l'eau est effectuée grâce à l'évaluation de nombreux paramètres : Turbidité, Total des Solides en Suspension (TSS), Chlorophylle-A, Carbone Organique Dissous, Matière Organique Dissoute, pH, Indice de Couleur, etc. En comparant les

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 48
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



paramètres de l'eau dans des paysages intacts et modifiés, le consultant fera des conclusions quant à l'impact des activités minières sur la qualité de l'eau.

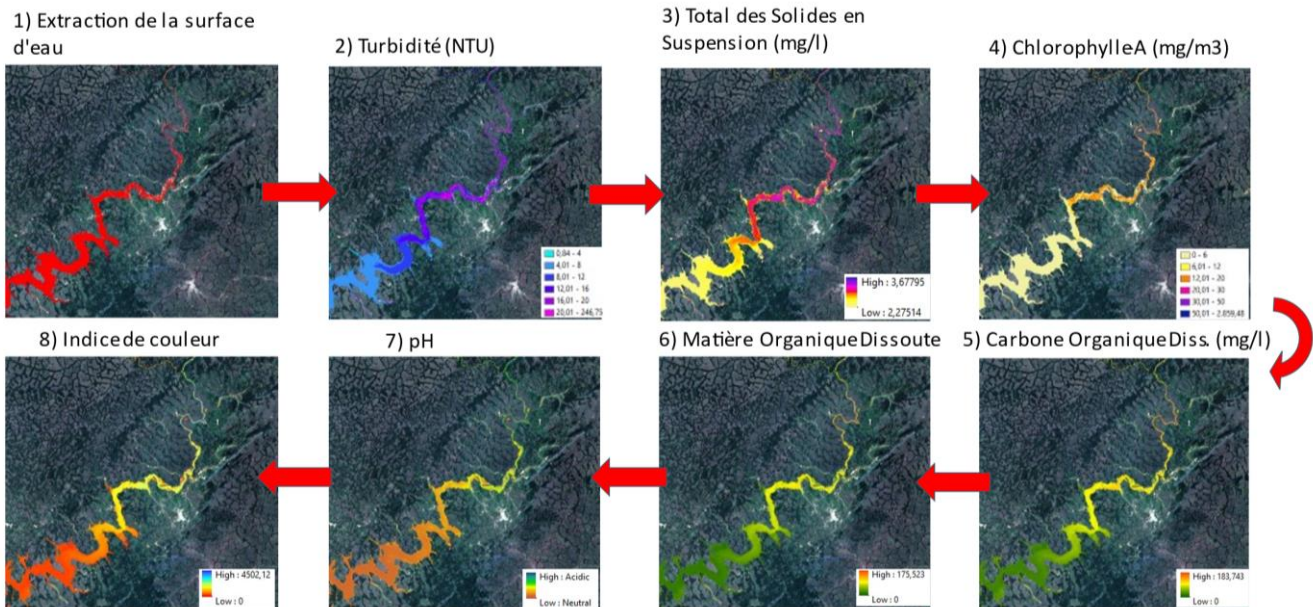


Figure 25: Paramètres d'évaluation de la qualité de l'eau pour la rivière du Lom

3.4.6 Impact des mines sur les activités agro-sylvo-pastorales

Les zones agricoles seront extraites des cartes de l'occupation des terres pour chaque tranche horaire. L'impact des activités minières sur l'agriculture sera ainsi analysé en retraçant autant que possible le développement de l'agriculture et des zones de végétation à proximité des zones minières. Les effets de l'exploitation minière sur l'élevage seront évalués, par exemple, grâce à des entretiens avec la communauté locale lors du travail de terrain. Il a également été demandé au client de fournir des statistiques sur ces activités dont les activités minières artisanales et les activités d'élevage/agro-sylvo-pastorales.

3.4.7 Identification des zones à haute valeur écologique

Le paysage d'origine de la zone d'essai Z1 est marqué par de petites vallées avec des rivières sinueuses dans des marécages boisés de quelques 50 à 100 m de largeur, entourés par des plateaux de brousse où l'on trouve des savannes arborées et des prairies. Suite à l'extraction d'or, le paysage est déboisé et de nombreux plans d'eau sont produits (Figure 26).

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 49
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						

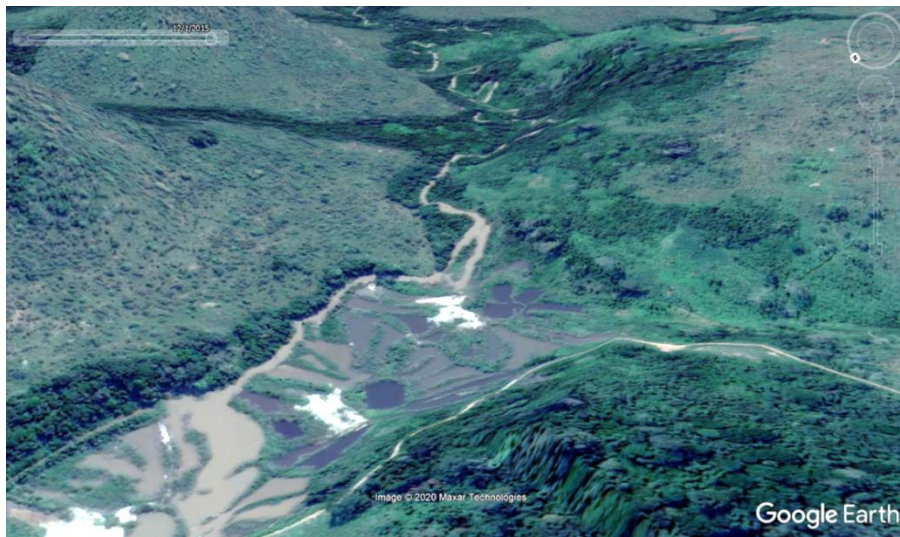


Figure 26 Paysage d'origine d'une petite vallée boisée avec des rivières sinueuses (arrière-plan) comparé au paysage post-minier marqué par de nombreux étangs d'eau libre et des prairies (premier plan)

Par endroits, le paysage est bien structuré avec des zones vallonnées et même des chutes d'eau (Figure 27). La même figure montre la vallée de la rivière Mari, derrière laquelle s'élève un plateau d'extension NE-SW avec une savanne arborée qui couvre 37% de la zone d'essai Z1.



Figure 27 Paysage vallonné bien structuré avec une chute d'eau, au premier plan extraction d'or alluvionnaire dans une vallée plate (vallée de la rivière Mari, image exagérée verticalement)

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 50
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



Par conséquent, les zones à haute valeur écologique, sensibles, peuvent être identifiées par les facteurs suivants :

- Zones forestières,
- Cours d'eau,
- Terrain avec une rugosité plus élevée (pouvant héberger plus de biodiversité, voir Figure 28), possible combinaison avec d'autres paysages avoisinants (e.g., savanne),
- Absence de perturbation par les infrastructures,
- Avoir une certaine taille minimale, pour que l'on puisse limiter le nombre de zones à traiter.

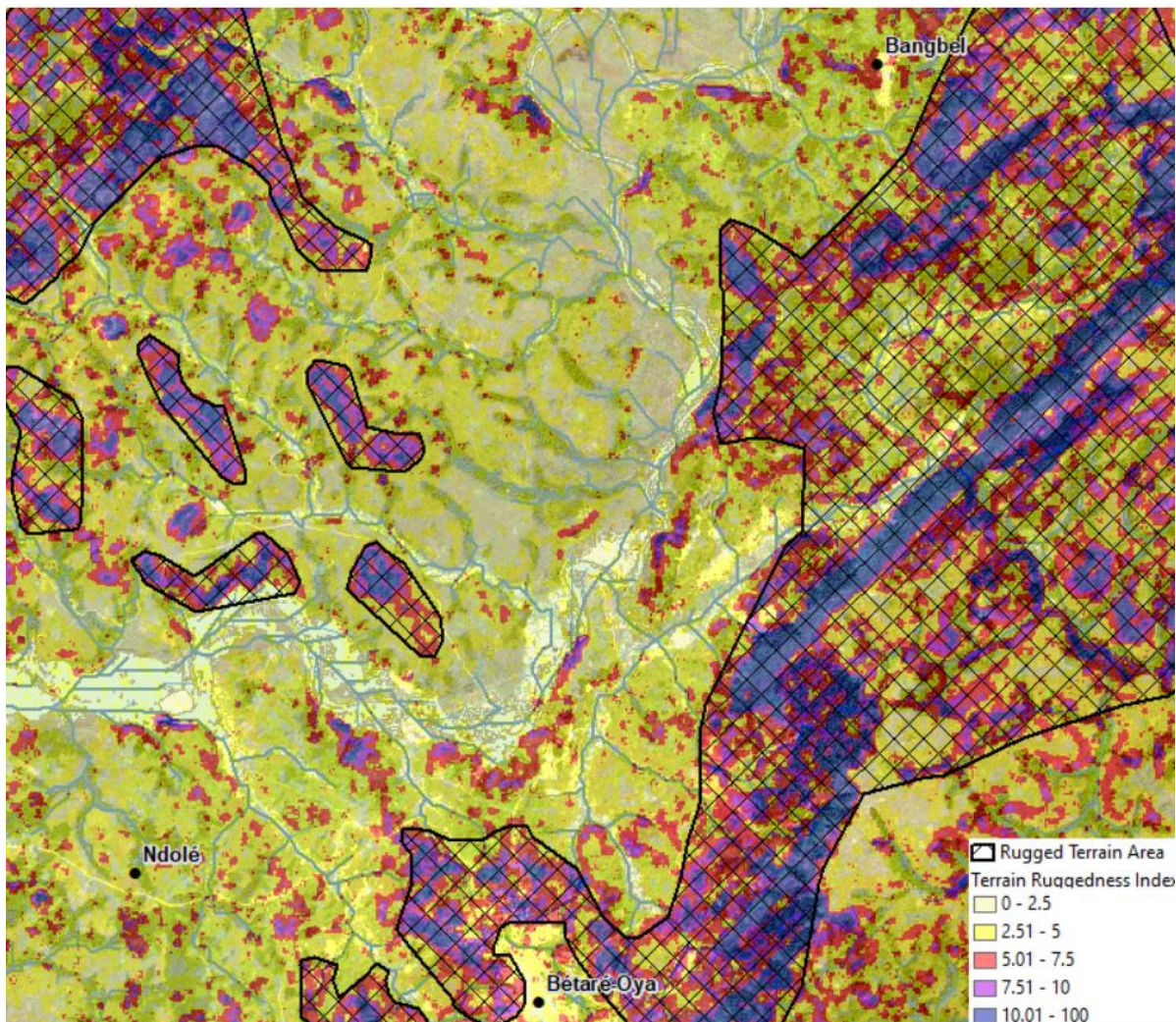


Figure 28 Carte de la rugosité du terrain: une rugosité plus élevée signifie souvent plus de biodiversité

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 51
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



Ces paramètres sont dans certains cas exclusifs, dans d'autres cas complémentaires. La carte qui résulte de la superposition des différents facteurs est montrée à la Figure 29.

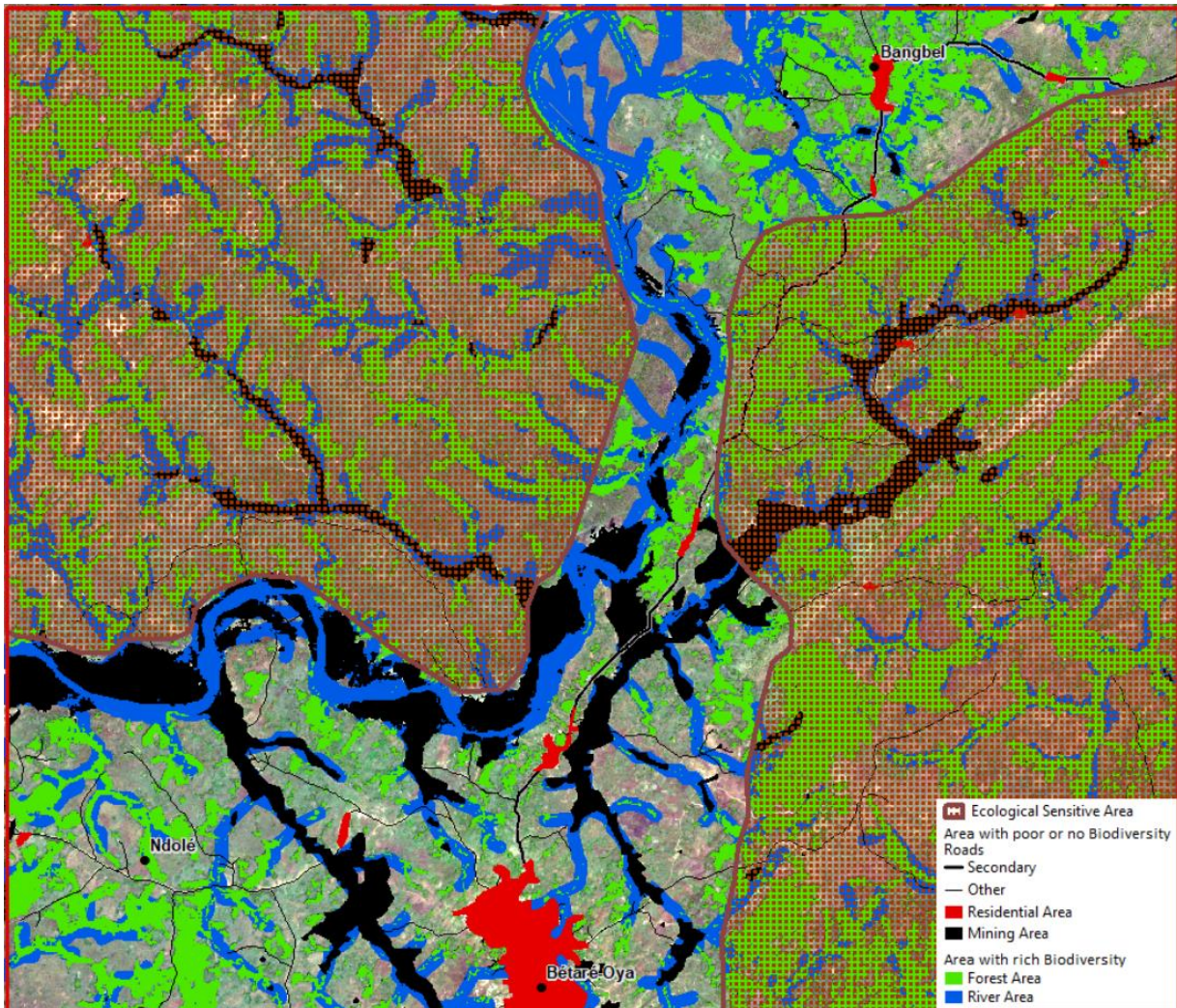


Figure 29 Carte des zones écologiquement sensibles (pointées) de la zone d'essai Z1

3.4.8 Identification des zones écologiquement dégradées

Cette activité conduit à une compilation des zones écologiquement endommagées, notamment :

- Zones bâties,
- Infrastructures,
- Zones minières.

Ces éléments seront entourés de zones tampon (*buffer areas*) avec l'extension suivante (Figure 30) :

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 52
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



- Zones bâties: + 300 m de tampon,
- Infrastructure: + 100 m de tampon,
- Zones minières: +100 m de tampon.

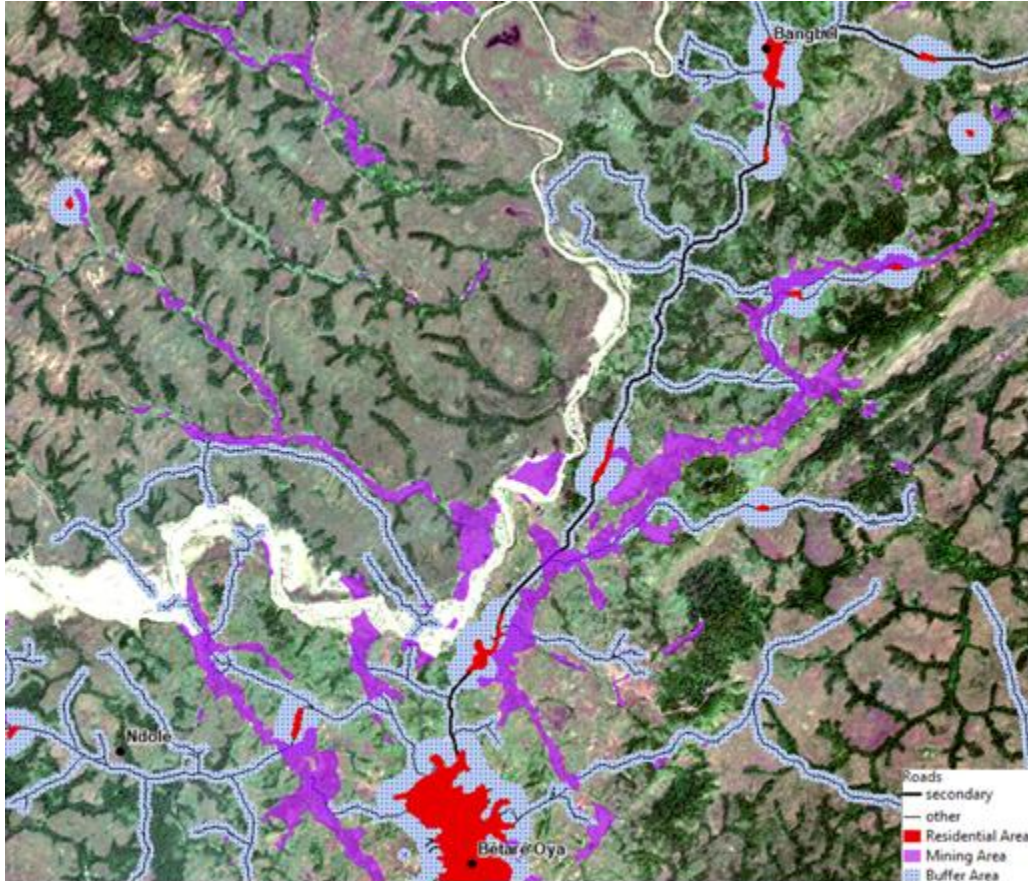


Figure 30 Carte des zones écologiquement dégradées

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 53
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



3.4.9 Identification des recommandations pour la réhabilitation des sites

Les surfaces des zones impactées par l'activité humaine (dont minière) et des zones naturelles (écologiquement riches) peuvent être cartographiées (Figure 31). Ces cartes sont la première étape pour l'élaboration de recommandations de suivi de l'utilisation des terres et de réhabilitation en fonction de l'environnement existant.

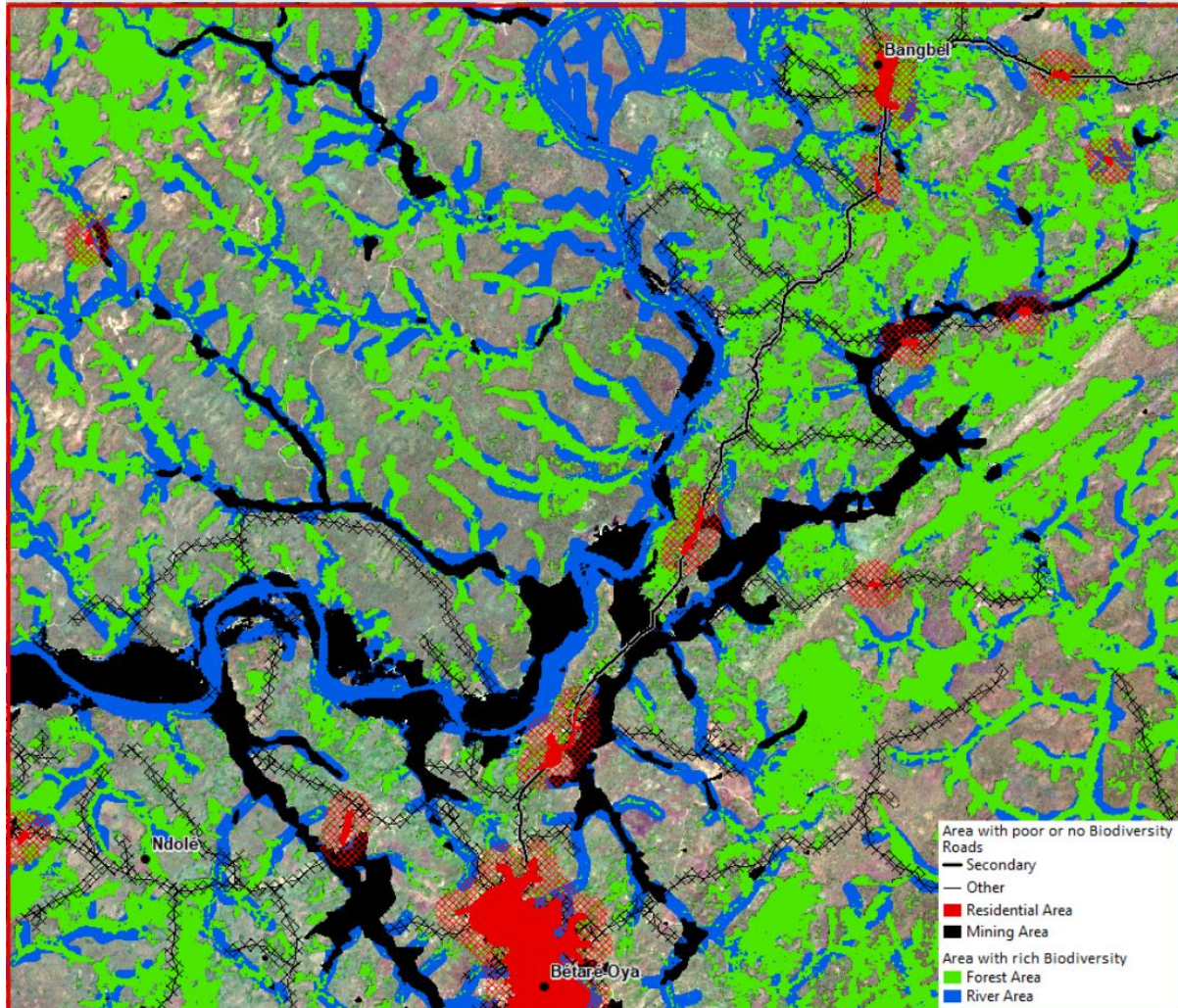


Figure 31 Carte des zones écologiquement impactées et des zones naturelles à haute biodiversité. Les surfaces ombragées autour des zones résidentielles et des routes sont des zones tampons.

Les options de réhabilitation doivent tenir compte à la fois des besoins économiques et des exigences environnementales de la zone concernée, et formuler des objectifs clairs. Dans certains cas, les zones post-minières peuvent créer les conditions pour une forte

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 54
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



biodiversité. Dans le cas de la zone d'essai Z1, le paysage post-minier dans les petites vallées diffère fortement de la situation d'origine.

Parmi les principaux changements observés suite aux activités minières, on peut citer :

- La disparition des principaux cours d'eau libres (rivières). Ils sont en général remplacés par une série d'étangs déconnectés avec des surfaces d'eau importantes. Cette déconnection des plans d'eau a des conséquences majeures pour la biodiversité et notamment les poissons qui ne peuvent plus se déplacer grâce aux rivières ;
- Le sol originellement riche en éléments nutritifs et protégé de l'érosion par la végétation est devenu une terre stérile, sans végétation importante, impropre à l'agriculture (Figure 32). En raison du lavage des graviers lié aux activités minières, tous les matériaux fins ont en effet été emportés dans les grandes rivières (hautes teneurs en TSS, voir Figure 23).



Figure 32 Essais de recultivation du paysage post-minier avec du manioc, au Ghana. Le sol pauvre se compose presque de gravier et ne convient pas à l'agriculture.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 55
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



Les conséquences de l'activité minière peuvent ainsi être les suivantes :

- le terrain n'est plus adapté à l'agriculture,
- le manque de matériaux fins du sol réduit considérablement sa fertilité : cela peut engendrer des difficultés lors du processus de réhabilitation, car il pourrait ne pas y avoir suffisamment de nutriments pour permettre la croissance de grands arbres,
- beaucoup de surfaces d'eau éparses, avec un potentiel d'enrichissement en biodiversité suite à réhabilitation.

Malgré les dommages irréparables à la biodiversité, les zones d'anciennes activités minières doivent être intégrées dans un processus de réhabilitation de longue durée. Ainsi, le sol pourra se développer progressivement dans les zones humides et marécageuses et engendrer une plus grande biodiversité. Finalement, ces zones pourront être ré-intégrées dans le reste de la forêt et de la savanne et seront recommandables pour être transformées en zones de réserve naturelle.

Afin d'identifier le processus de réhabilitation le plus adapté au cas du Cameroun, le consultant va réaliser une étude de cas comparative des bonnes pratiques de réhabilitation de sites miniers (dont les sites miniers artisanaux) à l'international (Figure 33). Le consultant identifiera les zones post-minières recommandées pour la réhabilitation et l'intégration dans des zones à haute valeur écologique (Figure 34).



Figure 33 Paysages d'après-mine environ trois ans après l'arrêt de l'exploitation alluvionnaire (exemple du Ghana) : une forêt naturelle secondaire repousse sur les anciens sites miniers (gauche) ; les étangs créés par l'activité minière s'enrichissent en biodiversité (droite).

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 56
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						

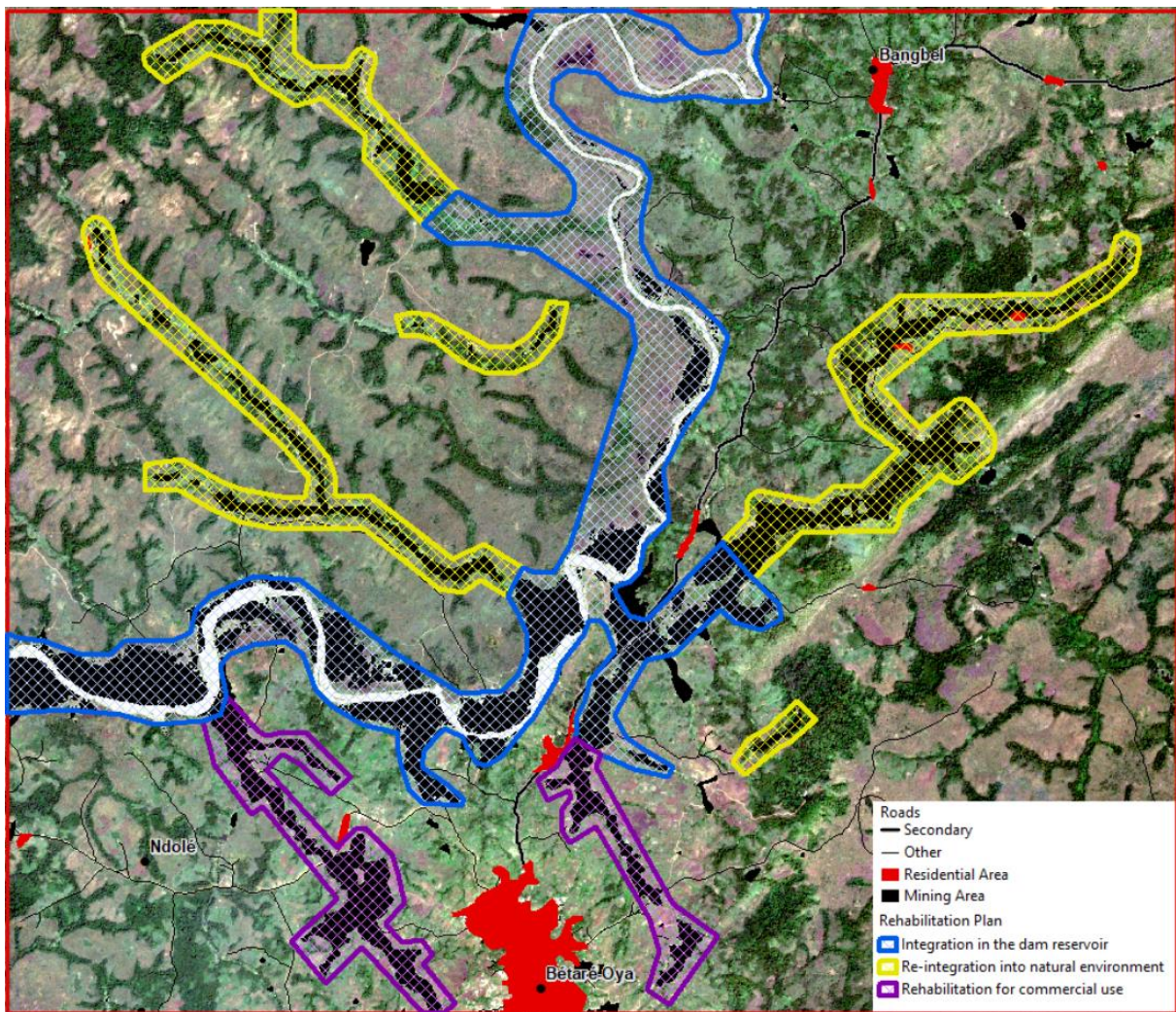


Figure 34 Exemple de recommandations de réhabilitation pour les zones post-minières

Si les étangs des zones d'après-mine sont situés à proximité des zones peuplées, ils pourraient être utilisés pour la pisciculture ou comme réservoirs d'eau pour l'agriculture, s'il n'y a pas de risque d'accident ou de contamination au mercure. Ce dernier point pourra être vérifié par échantillonnage des sédiments.

Les questions clés concernant l'utilisation de ces plans d'eau sont :

- Y a-t-il des contaminations dans les zones post-minières (mercure, etc.) ?
- Quelles sont les activités économiques de la population locale ?
- De nouveaux domaines d'activité peuvent-ils être créés et mis en œuvre ? Si oui lesquels ?

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 57
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



Le consultant élaborera des procédures et recommandations pour intégrer des mesures de réhabilitation du paysage suite au processus minier. Ces recommandations devront être traduites en une obligations légales pour les exploitants et pourront inclure, par exemple, les mesures suivantes (Figure 35):

- Présentation des plans de réhabilitation avant l'octroi du permis minier,
- Capture des matériaux fins dans des bassins de décantation locaux, sans rejet de ces matériaux dans les cours d'eau,
- Assurer une circulation de l'eau afin de permettre aux poissons et autres espèces aquatiques de continuer à se déplacer le long des cours d'eau,
- Création d'un paysage d'après-mine diversifié à haute valeur environnementale comprenant des étangs, des cours d'eau, des barrages naturels (e.g. rochers), des îles et des zones marécageuses, comme condition pour le développement possible des activités minières,
- L'emploi de matériaux naturels et biodégradables (non polluants) lors de la réhabilitation doit permettre aux paysages de reprendre leur évolution naturelle (e.g., barrage de rochers plutôt que de béton, etc.).

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 58
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						

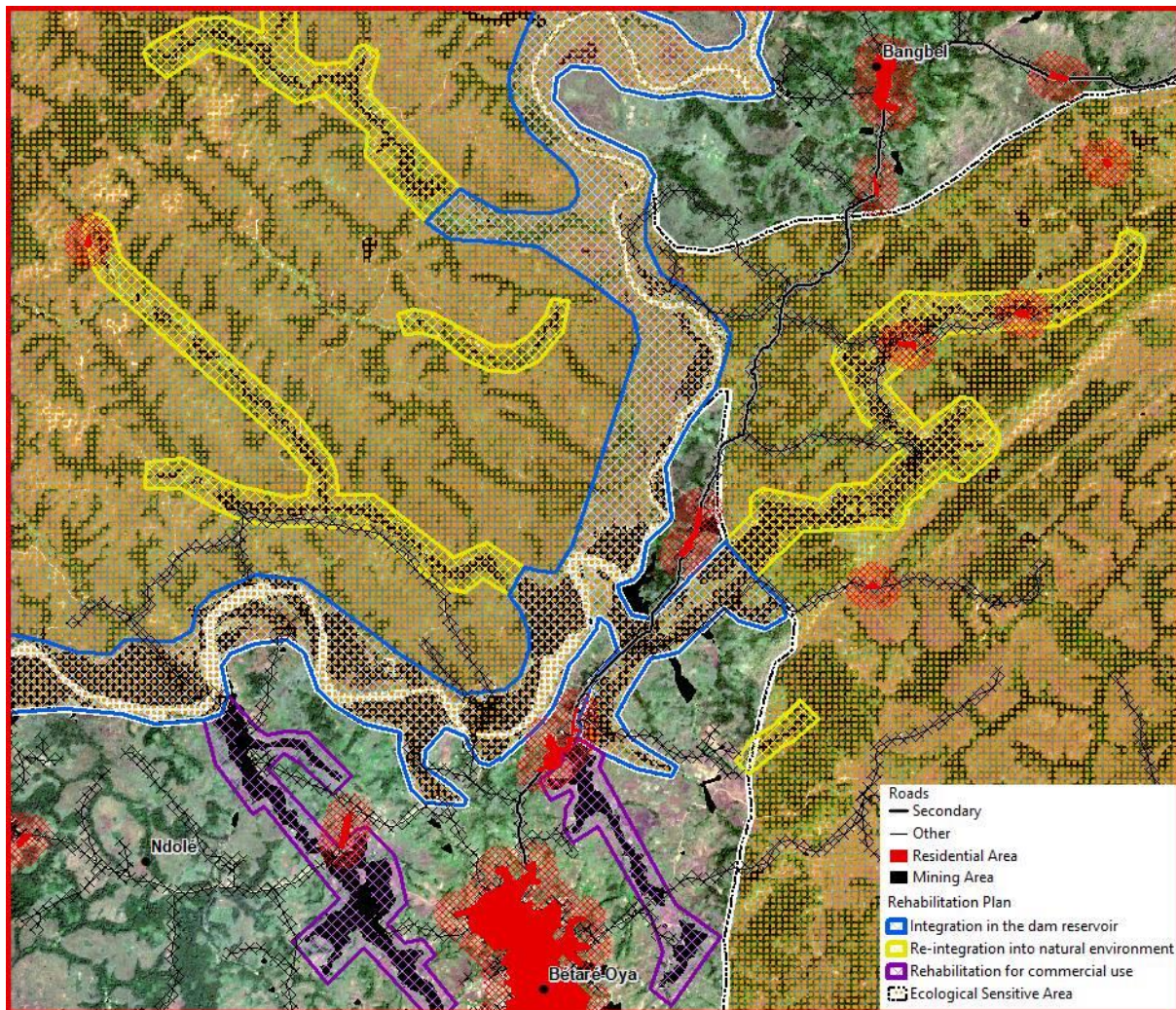


Figure 35 Exemple de recommandations pour l'utilisation du paysage d'après-mine

En dehors des grands marécages, dans de nombreux sites des régions de Kambele, Garoua Sambé, Colomines jusqu'à Garoua-Boulai, de nombreux chantiers artisanaux produisent de l'or à partir des roches primaires (surtout des veines de quartz dans des zones de cisaillement), des roches altérées, et même du sol superficiel. Ces exploitations, jusque-là surtout conduites manuellement par les orpailleurs et moins par des compagnies étrangères, s'effectuent dans des carrières, en souterrain, superficiellement et dans de petits placers. Ces activités manuelles apparaissent moins significatives dans les images de télédétection. Néanmoins, des recommandations appropriées pour les différents types d'exploitation minière seront formulées, en fonction de l'impact pour la population (risques pour la santé, abandon de l'agriculture...), pour l'environnement, en fonction de la zone de climat, etc..

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 59
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



3.5 Activités du consultant sur sites : analyse institutionnelle et coûts du passif environnemental et social

Le consultant prévoit une analyse insitutionnelle ainsi qu'une étude de terrain des sites sélectionnés. Ces études permettront non seulement la validation des données de télédétection, mais aussi de formuler des recommandations sur les mécanismes institutionnels/réglementaires et les procédures de gestion des dommages environnementaux et sociaux causés par les activités minières au Cameroun.

Dans un premier temps, une analyse des bonnes pratiques à l'international sera réalisée dans la perspective de donner des recommandations pertinentes sur ces questions pour le Cameroun. Elles seront suivies d'une étude institutionnelle des problématiques locales, formalisées par des réunions et interviews avec les membres du PRECASEM et du Ministère des Mines, des Industries et du Développement Technologique, puis sur le terrain sous la forme d'entretiens avec les personnes impliquées dans les activités minières (travailleurs, exploitants, manageurs, entreprises, etc.).

Ces activités se concentreront sur les questions et les cibles suivantes :

- Comprendre l'environnement juridique: quelles sont les lois et réglementations concernées ?
- Comprendre les activités/problématiques locales des mineurs artisanaux
- Comprendre les activités/problématiques des institutions :
 - Situation actuelle: quelles sont les responsabilités, les flux de travail, les procédures commerciales ?
 - Plans : quelles sont les activités et procédures prévues ?
 - Régulation des sites artisanaux et mesures en place/envisagées.

Inclus dans cette analyse, un formulaire standard sera utilisé lors des visites de sites sur le terrain afin de comprendre le tissu local, ses problématiques/enjeux, et faire une évaluation environnementale, sociale et institutionnelle des sites miniers artisanaux sélectionnés (Figure 36) :

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 60
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



1. GENERAL BACKGROUND INFORMATION		
1.1	EIA number	21
1.2	Operation	Tontokrom
1.3	Date of visit	<i>Water and Ecology Group: 20 June 2006</i> <i>Health Group: 8 June 2006</i> <i>Community Group: 23 May 2006</i>
1.4	Ownership	People of Tontokrom Village
1.5	Sub-sector	Gold: Small-scale and illegal mining
1.6	Status	Not operating, but taken over by artisanal operations
1.7	Location	The mining operations are taking place just north of the village of Tontokrom in the Amansie-West district of the Ashanti Region in Ghana.
1.8	Source of information	Amansie West District Assembly Samuel Armah Andoh - District Planning Officer Nana Kofi Tonto - Chief of Tontokrom Kofi Edu - resident of Tontokrom Village Focus Group Discussion at Tontokrom
1.9	Staff interviewed at site	<i>Water and Ecology Group: Local people in Tontokrom village</i> <i>Health Group: Members of committee overseeing work community including the deputy chief of the community (standing in for chief), wife of chief and other committee members (all of whom were illegal artisanal miners).</i>

Figure 36 Exemple d'un extrait de formulaire type pour l'évaluation environnementale, sociale et institutionnelle des sites miniers sur le terrain (exemple d'un projet au Ghana).

Les données collectées sur le terrain via un tel formulaire pourront être, par exemple, réparties selon les catégories suivantes pour chaque site :

- Information générales (numéro du site, nom, date de visite, localité, source des informations, contact, etc.),
- Activités extractives (minerais, production, processus d'extraction, produits chimiques, etc.),
- Environnement naturel (topographie, géologie et sols, pluviométrie, eaux de surface, faune et flore...),
- Effets des opérations minières sur l'environnement naturel (paysages et sols, déchets, eau – approvisionnement/rejets/qualité, sédiments, flore et faune, pollution sonore, etc.),
- Management environnemental (légalité, organisation et capacité du personnel, coûts, réclamations...),
- Santé/Sécurité des travailleurs (système de management, organisation, activités, services de santé, hygiène, etc.),
- Problématiques socio-économiques (communautés affectées, relations intercommunales et programmes, santé, bénéfices économiques, compensations et relocalisations, etc.).

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 61
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



Ces observations sont d'une part une référence pour les résultats de télédétection, et d'autre part elles serviront de base pour les travaux tels que l'évaluation financière du passif environnemental et social des impacts miniers, et l'établissement des recommandations pour la réhabilitation des sites. Pour cela, le consultant prévoit **un total de 2 semaines d'activités sur site**, principalement pour des missions de reconnaissance de terrain dans différentes régions minières du pays.

Pour évaluer la situation de contamination réelle, le consultant recommande également le **prélèvement de 100 échantillons de sédiments de ruisseaux en amont et en aval des sites miniers, et leur analyse pour les métaux lourds**. La contamination des sédiments par le mercure, l'arsenic, le plomb et d'autres métaux lourds est un problème important, car ces contaminants ne se décomposent pas. Ils peuvent uniquement être recouverts par des sédiments non contaminés.

Comme indiqué dans la proposition financière du consultant, le prélèvement et l'analyse géochimique des échantillons n'y est pas compris, mais une option supplémentaire.

En dehors de cette option, le consultant souhaiterait si possible avoir accès aux résultats d'analyses des prélèvements des sédiments de ruisseaux (*stream sediments*) qui existent déjà (voir section 3.1.1).

Les activités de terrain pourront être exercées fin mai ou en juin 2021, en supposant que les voyages internationaux soient possibles. Si nécessaire, le travail sur site peut être exécuté par nos partenaires camerounais.

3.6 Compilation et communication des données

Toutes les données primaires et dérivées seront organisées dans des bases de données compatibles avec ESRI, prêtes à être soumises au client.

Les cartes thématiques standardisées seront développées à différentes échelles comme indiquées dans les TdR en papier et sous forme numérisée, correspondant aux besoins du projet.

Les rapports fourniront une description reproductible des données primaires, de la méthodologie, des résultats et des recommandations, ensemble avec les cartes et les données.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 62
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



4 Programme de travail

4.1 Activités

Nous avons réparti le planning du projet en cinq étapes :

Etape 1 - Démarrage de la mission

Etape 2 - Analyse des données de télédétection

Etape 3 - Création des cartes dérivées et des cartes de terrain; vérifications sur le terrain

Etape 4 - Finalisation de cartographie, conclusions sociales et environnementales

Etape 5 - Finalisation du Projet.

Tableau 7 *Planning des Activités du Projet.*

Activités	##	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov	Déc.
Activités techniques													
Etape 1 - Démarrage de la mission													
A1	Délimitation finale de la zone d'étude												
A2	Finalisation de la méthodologie												
A3	Adaptation du programme de travail												
A4	Elaboration du rapport de démarrage												
Etape 2 - Analyse de données de télédétection													
A5	Configuration de la base de données												
A6	Création des ébauches des cartes factuelles: (cartes minières, forestières, cours d'eau, dans différents intervalles)												
A7	Soumission des données 1, rapport d'avancement 1												
Etape 3 - Création des cartes dérivées et des cartes de terrain; vérifications sur le terrain													
A8	Creation des cartes dérivées (front de deforestation, conflits, environnement, social, rehabilitation,...)												
A9	Identification des cibles de terrain												
A10	Consultations avec le Client												
A11	Visites sur le terrain												
A12	Soumission des données 2, rapport d'avancement 2												
Etape 4 - Finalisation de cartographie, conclusions environnementales													
A13	Création des cartes factuelles finales												
A14	Création des cartes dérivées finales												
A15	Conclusions environnementales, recommandations												
A16	Ebauche du rapport général de l'étude												
Etape 5 - Finalisation de Projet													
A17	Finalisation de l'édition des cartes, création des portfolios de cartes												
A18	Rédaction finale du rapport général, intégration recommandations PRECASEM												
A19	Soumission de la base de données finale												



Activités de l'étape 1 (démarrage de la mission)

A1 Délimitation finale de la zone d'étude

Dans la section 1.5, une zone de travail a été proposée qui couvre les parties fortement concernées par l'exploitation artisanale et artisanale semi-mécanisée des régions Est et Adamaoua. Le contour de ce polygone doit être approuvé par le Client.

A2 / A3 Finalisation de la méthodologie et adaptation du programme de travail

Des amendements à la méthodologie et au chronogramme des activités, des livrables et réunions ont été fait dans le présent rapport, en précisant le programme indiqué dans la proposition technique. Le Client est prié d'indiquer les changements éventuellement nécessaires, le cas échéant. Suite à la situation de limitation des voyages intercontinentaux dans le monde, le programme est conçu de manière à ce que les travaux sur le site puissent être effectués à un stade avancé du projet, vers le mois de juin 2021, en attendant une amélioration des conditions.

A4 Elaboration du rapport de démarrage

Le présent rapport de démarrage conclut la première étape de la mission. Le rapport sera présenté et discuté lors de la Réunion de Cadrage (M1).

Activités de l'étape 2 (analyse des données de télédétection)

A5 Configuration de la base de données SIG

Cette activité comprend la configuration de la base de données SIG, le téléchargement des images satellites et la production des projets de cartes et des métadonnées.

A6 Création des ébauches des cartes factuelles: cartes minières, forestières, des cours d'eau, dans différents intervalles

Les cartes factuelles – décrivant la situation par l'ensemble des données existantes sous forme de différentes cartes thématiques – incluront l'analyse des données existantes (images multispectrales Landsat et Sentinel 2, couverture végétale, réseau hydrographique, modèles numériques d'élévation...) aux intervalles accordés (T0 entre 2000 et 2010, 2015,

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 64
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



2019/2020), les résultats existants des *stream sediments*, le cadastre minier, des données historiques et actuelles de terrain, et ce aux différentes échelles. Les données retenues sur ces cartes factuelles fourniront la base pour l'élaboration des cartes dérivées.

L'activité se réalisera de fin janvier à mi-mars 2021.

A7 Soumission des données 1, rapport d'avancement 1

Les données collectées et produites pendant la phase 2 seront rendues au Client avec le premier Rapport d'avancement **L2**, à rendre **fin mars 2021**. Il sera présenté lors de la première réunion de coordination de projet (**M2**).

Activités de l'étape 3 (création des cartes dérivées et des cartes de terrain ; vérifications sur le terrain)

A8 Création des cartes dérivées

Ces cartes présenteront les changements et les impacts environnementaux: front de déforestation, liens et conflits entre différentes activités économiques (mines, agriculture, activités forestières, infrastructures...), réhabilitation, etc.

La durée de cette activité inclut le mois d'avril et la plupart du mai 2021.

A9 Identification des cibles de terrain

En préparation de la mission de terrain sur les sites, nous identifierons les cibles. Ces cibles devront inclure une large diversité de sites artisanaux et semi-mécanisés selon les critères suivants : substance (or, autres), exploitants (compagnies, individuels, de différents degrés de mécanisation), zone climatique (végétation décroissante du Sud vers l'Adamaoua).

Cette activité se réalisera fin mai – début juin 2021.

A10 Consultations avec le Client

Les responsables du PRECASEM fourniront leur(s) avis sur les points de référence proposés pour les validations sur le terrain. Si nécessaire, ils constateront la nécessité de modifications, par exemple, pour raisons de sécurité.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 65
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



A11 Visites sur le terrain

Pendant les visites, un maximum de données de terrain sera collecté : type et état de la végétation, vérification et création des sites d'apprentissage pour le logiciel advangeo® (analyse avec réseaux neuronaux artificiels ; le but de la validation des sites d'apprentissage étant la reconnaissance automatique par télédétection des sites miniers dans toute la zone d'étude). Constat des liens entre l'activité minière et d'autres formes d'occupation de sol (abandon de l'agriculture, relocalisations, dynamique des campements miniers...), rencontres autant que possible avec les artisans miniers, les entreprises, la population concernée, etc.

La durée des visites sur le terrain sera de 2 semaines.

Remarque : Il est prévu qu'au moins un membre de personnel clé se rende sur le terrain, soutenu par d'autres membres du personnel permanent de Beak Consultants GmbH et de manière logistique par le personnel de soutien camerounais. Dans le cas qu'après la moitié de la mission (~juin/juillet 2021) il y ait toujours ou de nouveau une situation de force majeure pandémique qui empêche le déplacement entre le pays d'origine du Consultant et le Cameroun, nous avons la possibilité de déléguer des tâches principales à l'entreprise ENANG Holding, basée à Yaoundé, gérée par le membre de personnel de soutien, M. Michel Awana Ateba.

A12 Soumission des données 2, rapport d'avancement 2

Cette activité conclura la troisième étape **fin juin 2021**. Le rapport d'avancement détaillera les résultats de télédétection et de terrain collectés et évalués jusque-là. Il sera présenté lors de la **deuxième réunion de coordination de projet (M3)**.

Activités de l'étape 4 (finalisation de cartographie, conclusions environnementales)

A13 Création des cartes factuelles finales: Mines, foresterie, cours d'eau, etc., dans différents intervalles de temps

Les cartes factuelles auront leur contenu et mise-en-page finale après intégration de toutes les observations de télédétection et de terrain.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 66
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



L'activité se réalisera au cours de **juillet et de la première moitié d'août 2021**.

A14 Création des cartes dérivées finales (Front de déforestation, conflits, environnement, réhabilitation,...)

Le même processus s'appliquera aux cartes dérivées, basé sur les changements finaux des cartes factuelles.

L'activité sera exécutée de **juillet à fin août 2021**.

A15 Conclusions environnementales, recommandations

Ce travail sera intégré dans le rapport final. Il sera fait à partir des observations de la télédétection, du terrain, des données fournies par le PRECASEM et de la bibliographie existante, **fin septembre à octobre 2021**.

A16 Ebauche du rapport général de l'étude

Ce rapport intégrera tous les travaux exécutés jusque-là, et les interprétations et recommandations dérivées. Il sera rendu au Client ensemble avec la base de donnée existante avec les données primaires saisies, des métadonnées, des cartes dérivées et des interprétations. Il sera accompagné de l'ébauche du portfolio de toutes les cartes factuelles et dérivées en version numérique et imprimé en nombre d'exemplaires nécessaires.

Le rapport provisoire sera soumis **fin octobre 2021**. Il sera présenté lors de la **troisième réunion de coordination de projet (M4)**. Les membres du Client auront ensuite une période de trois semaines pour intégrer leurs recommandations.

Activités de l'étape 5 (finalisation du projet)

A17 Finalisation de l'édition des cartes, création des portfolios de cartes

À ce stade, des changements peuvent être introduits dans la base de données SIG et dans les cartes liées. Pendant la deuxième moitié de ce temps, les observations des membres du Client détermineront les modifications de contenu et de mise-en-page.

L'activité est prévue en novembre 2021.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 67
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



A18 Rédaction finale du rapport général de l'étude, intégration des recommandations du PRECASEM

Ce travail est prévu **en novembre et début décembre 2021**. Il est conclu par la soumission du **rapport final L5** et la **réunion / l'atelier d'achèvement de la mission (M5)**.

A19 Soumission de la base de données finale

La base de données SIG sera soumissionnée avec le rapport final (rapport général de l'étude). Elle est ouverte à des compléments futurs. La synthèse des données sera discutée, avec les autres aspects du rapport final, lors de la **réunion d'achèvement du projet M5**.

Si le Client le souhaite, cette réunion peut être suivie d'un **atelier de restitution du projet**, destiné à des participants des autres activités du PRECASEM, du MINMIDT et à un cercle plus large des parties prenantes (CAPAM, opérateurs miniers et forestiers, coopératives minières artisanales, etc.). Si un tel événement est apprécié, PRECASEM le soutiendra de manière administrative (invitation des parties prenantes, location d'une salle, etc.). Aussi, à la fin de la mission il sera possible de discuter, entre les parties prenantes, des éventuelles activités à suivre.

4.1.1 Résultats attendus

Les résultats du projet incluront:

- L'exploitation minière et son évolution sur 20 ans après l'an 2000,
- L'évolution du couvert forestier pour la même période,
- Le développement de l'état des cours d'eau sur la même période,
- Le développement des villages, des campements miniers et des infrastructures au cours de la même période,
- Des recommandations concernant la réhabilitation des sites miniers et leur utilisation ultérieure,
- Des recommandations concernant les mécanismes institutionnels, réglementaires et les procédures de gestion des dégâts,

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 68
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



- Des recommandations pour des compromis raisonnables entre la protection de l'environnement et les activités minières.

Toutes les données et les découvertes seront fournies sous forme de copies papier en nombre requis et sous forme numérique, ainsi que les jeux de données SIG et la base de données sous forme numérique.

Les exigences mentionnées dans les TdR seront prises en compte du mieux possible.

4.1.2 Livrables

Les livrables seront d'une part les cinq rapports. La suite de soumission de ces rapports est présentée à la section 1.8.

Nous fournirons par ailleurs les autres livrables cités dans les TdR (qui ne sont pas mentionnés ci-dessus) de manière intégrée avec des rapports d'avancement. Ce sont notamment :

- La base de données SIG numérique (comprenant tous les rasters, Shape files et projets réalisés dans le cadre de l'étude),
- les cartes produites en format numérique mises en page au format A0, A3 et A4,
- les cinq exemplaires du Rapport Cartographique sous forme de portfolio avec les principales cartes en format A0.

Tout au long de la mission, une saisie de différentes données de télédétection et partiellement du terrain est prévue dans la base de données. Pour cela, les livrables de base de donnée et des cartes factuelles et dérivées rendues au Client pendant l'étude seront encore considérées comme ébauches, mais d'une qualité (exactitude, mise-en-page) attendue des produits finaux. Les livrables à l'état final seront soumis en incluant l'intégration des recommandations du Client faites sur toutes les ébauches de rapports, base de données et cartes.

4.1.3 Réunions de coordination du projet

Nous planifions cinq réunions pendant la durée de la mission (voir section 1.9).

Les réunions coïncident avec les rendus des cinq livrables mentionnés ci-dessus. Nous suggérons que la réunion de coordination de projet N° 2 (avant les travaux de terrain) et la

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 69
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



réunion de l'achèvement de la mission se réalisent à Yaoundé avec la présence de deux ou trois membres du Consultant et les membres du Client. Les autres réunions peuvent s'effectuer sous forme de télé-conférence par Skype ou autre média. L'échange des livrables s'effectuera également sous forme électronique.

4.1.4 Calendrier de paiement

Nous proposons le calendrier suivant pour les honoraires (Tableau 8). Les montants absolus en CFA / Euros ainsi proposés peuvent être déduits de la proposition financière. Ils feront objet des négociations du contrat.

- P1 : Vingt pour cent (20%) du montant total du du Contrat seront versés au moment de l'approbation du rapport de démarrage (L1), deuxième moitié de janvier 2021.
- P2 : Vingt pour cent (20%) de la valeur totale du Contrat seront versés au moment de l'approbation du Rapport d'avancement 1 (L2), fin mars 2021.
- P3 : Vingt pour cent (20%) de la valeur totale du Contrat seront versés au moment de l'approbation du Rapport d'avancement 2 (L3), debut Juillet 2021.
- Vingt pour cent (20%) de la valeur totale du Contrat seront versés au moment de l'approbation du Rapport final provisoire (L4), fin octobre 2021.
- Les vingt pour cent (20%) restants de la valeur totale du Contrat seront versés au moment de l'approbation du Rapport général de l'étude L5 (présentant entre autres, les tableaux et les taux de déforestation entre 2000-2010, 2015, 2019, l'identification et la caractérisation des peuplements, l'état de la turbidité et des pollutions des cours d'eaux, les recommandations pour la remise en état des sites), avant la fin de l'année 2021.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 70
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



Tableau 8 Chronogramme des livrables, des réunions de coordination et du calendrier de paiement

		Déc	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov	Déc.	
		***	2021												
Rapports / livrables															
L1	Rapport de démarrage (adaptation méthodologie, observations pour mise en oeuvre progressive)		*												
L2	Rapport d'avancement 1				*										
L3	Rapport d'avancement 2							*							
L4	Rapport final provisoire, projet de livrables											*			
L5	Rapport général de l'étude (avec taux de déforestation entre 2000-2010, 2015, 2019, l'identification et caractérisation des peuplements, la turbidité et pollution des cours d'eau, recommandations pour la réhabilitation des sites)													*	
Réunions / ateliers de coordination de projet															
M1	Réunion de cadrage		*												
M2	Réunion de coordination de projet 1				*										
M3	Réunion de coordination de projet 2							*							
M4	Réunion de coordination de projet 3											*			
M5	Réunion / atelier d'achèvement de la mission												*		
Calendrier de paiement															
P1	Paiement 1 (20 %)		*												
P2	Paiement 2 (20 %)				*										
P3	Paiement 3 (20 %)							*							
P4	Paiement 4 (20 %)											*			
P5	Paiement 5 (20 %)												*		

5 Gestion de la qualité

Beak Consultants GmbH, le consultant, gère la qualité du projet. Il travaille selon le système de gestion de la qualité certifié ISO 9001: 2000. Cela assure l'élaboration des livrables dans le temps convenu et l'efficacité pour la réalisation du projet. La qualité scientifique et technique du projet est assurée par un système d'assurance qualité introduit par étapes.

L'assurance qualité comprend:

- Une documentation permanente de toutes les décisions et des paramètres pour toutes les composantes du projet à préparer par le consultant,
- Confirmation de toutes les décisions majeures concernant les politiques, les formulaires, les procédures, les sources de données et la quantité de données,
- Suivi régulier des travaux et de la documentation en cours et des rapports d'évaluation,

Vérification des livrables par des tiers indépendants du personnel du consultant.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 71
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



6 Obligations des partenaires

6.1 Obligations du Consultant

Le consultant fournira:

- des experts qualifiés requis pour l'exécution du projet. Cela comprend les géologues / géomaticiens, experts SIG / bases de données et télédétection, environnementaliste et d'autre personnel de soutien,
- l'assistance technique et la formation du personnel du PRECASEM / MINMIDT,
- du matériel (y compris un véhicule de location) pour ses propres déplacements au Cameroun si nécessaire (vérification de l'état de la végétation sur des sites sélectionnés),
- la prise en charge des dépenses des experts (vols internationaux, visas, hébergement, etc.).

6.2 Obligations du Client

Le client fournira les intrants et installations suivants:

- un bureau à Yaoundé pour le temps dont le consultant aura besoin pour les travaux tels que la préparation de la formation, y compris une connexion Internet fiable et suffisamment rapide.
- le client nommera un homologue chef de projet qui sera en charge d'évaluer les services et documents du consultant.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 72
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



7 Bibliographie

1. Funoh, K. N. (2014) The impacts of artisanal gold mining on local livelihoods and the environment in the forested areas of Cameroon. working paper n° 150, Center for International Forestry Research CIFOR.
2. Global Forest Watch (2021) Base de données de *Global Forest Watch* pour le Cameroun. Site web consulté le 04/01/2021 : <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/CMR>
3. Koppert, G., Loke, M. M., Bilong, M., Fouda, G., Ndongo, G (2005) : Etude environnementale du Barrage de Lom Pangar - theme 23 : socio-economie. Rapport après consultation lors de la restitution des Etudes de l'Impact sur l'Environnement
4. MINFOF (2021) Atlas forestier du Cameroun – Portail de Données Publiques. Site web consulté le 04/01/2021 : <http://cmr-data.forest-atlas.org/>
5. MINMIDT (2021) Site Web du MINMIDT, consulté le 05/01/2021. <https://www.minmidt.cm/precasem-2/>
6. Observations des images satellites (Sentinel 2, Esri, Google Earth, Bing maps)
7. Suh, C.E., Lehmann, B., Mafany, G.T (2006) Geology and geochemical aspects of lode gold mineralization at Dimako- Mboscorro, SE Cameroon. *Exploration, Environment, Analysis*, v.6; p295-309.
8. Ekengoue, C. M. (2018) Influence De L'exploitation Artisanale Du Sable Sur La Santé Et La Sécurité Des Artisans Et L'environnement: Cas De La Carrière De Nkol'Ossananga, Région Du Centre Cameroun; in: *European Scientific Journal* 14(15), Mai 2018 ; DOI: 10.19044/esj.2018.v14n15p246
9. Boaka à Koul, M.L., Yongue-Fouateu, R., Ndjigui, P.-D., (2010). The alluvial sapphire profiles of Mayo Kewol placer in the Adamawa (North-Cameroon): Granulometric and mineralogical features. *Journal of African Earth Sciences* 56 (Feb. 2010), 121-126. DOI: [10.1016/j.jafrearsci.2009.05.010](https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2009.05.010)
10. TdR de la mission
11. Essapo, D., Eked, M. (2020): Assessing Green Policies for the Rehabilitation and Sustainable Restoration of Mine Sites in Cameroon: Case of the Mayo-Darlé Mine Site, Adamawa Region. *Ghana Journal of Geography Vol. 12 (2), 2020 p.125-146*
12. Ekengoue, C. M. (2018) : Influence De L'exploitation Artisanale Du Sable Sur La Santé Et La Sécurité Des Artisans Et L'environnement: Cas De La Carrière De Nkol'Ossananga, Région Du Centre Cameroun ; *European Scientific Journal* 14 (15), Mai 2018 ; DOI: 10.19044/esj.2018.v14n15p246
13. Toumba, O., Wakponou, A. (2014): Exploitation minière dans l'arrondissement de Figuil (Cameroun) : problèmes de santé publique et effets environnementaux. *Revue belge de géographie*; DOI : 10.4000/belgeo.14853; ISSN : 2294-9135

Etat	Brouillon	Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 73
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021
Fichier: 2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



8 Annexe

8.1 Annexe 1: Revue des spécifications des images Sentinel-2

Sentinel-2 est une mission européenne d'imagerie optique multispectrale. La mission comprend une constellation de deux satellites en orbite polaire placés sur la même orbite héliosynchrone, échelonnés à 180° l'un par rapport à l'autre. Les satellites Sentinel-2 ont été lancés pour la première fois en juin 2015. La mission est conçue pour avoir une grande largeur de bande de 290 km et un temps de revisite élevé (10 jours à l'équateur avec un satellite, 5 jours avec 2 satellites, ce qui donne 2 à 3 jours aux latitudes moyennes). Les limites de la couverture se situent entre les latitudes 56° sud et 84° nord.

Chaque satellite transporte un instrument multispectral qui échantillonne des tuiles (granules) d'environ 100 km x 100 km d'ortho-images projetées en projection UTM/WGS84 (*Universal Transverse Mercator/ World Geodetic System 1984*). Chaque tuile est constituée de 13 images JPEG-2000 compressées, couvrant la totalité de la plage spectrale comprise entre 0.443µm et 2.190µm (voir Tableau 9).

Tableau 9 Bandes spectrales non commerciales des images satellites Sentinel-2.

Bande	Description	Commentaire	S2A		S2B		Res. Spatiale (m)
			Longueur d'onde centrale (nm)	Bande passante (nm)	Longueur d'onde centrale (nm)	Bande passante (nm)	
1	Bleue	Correction atmosphérique	442.7	27	442.2	45	60
2	Bleue	Vegetation senescing, and soil background; Correction atmosphérique	492.4	98	492.1	98	10
3	Verte	Pic vert; Chlorophylle totale dans la	559.8	45	559	46	10

Etat	Brouillon	Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 74
	Autorisé	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc					



4	Rouge	Maximum d'absorption de chlorophylle	664.6	38	664.9	39	10
5	Bord rouge	Position of red edge; consolidation des corrections atmosphériques	704.1	19	703.8	20	20
6	Bord rouge NIR	Position of red edge, atmospheric correction; retrieval of aerosol load	740.5	18	739.1	18	20
7	Bord rouge NIR	LAI, edge of the NIR plateau	782.8	28	779.7	28	20
8	NIR	LAI	832.8	145	832.9	133	10
8a	NIR	NIR plateau; total chlorophyll, biomass, LAI, and protein	864.7	33	864	32	20
9	NIR	Water vapor absorption; Correction atmosphérique	945.1	26	943.2	27	60
10	SWIR	thin cirrus detection for atmospheric correction	1373.5	75	1376.9	76	60
11	SWIR	lignin, starch, and forest aboveground biomass; snow-cloud separation	1613.7	143	1610.4	141	20
12	SWIR	Mediterranean vegetation conditions; soil erosion; burn scars mapping	2202.4	242	2185.7	238	20

Etat	Brouillon	Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 75
	Autorisé	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc					



Les images satellites Sentinel-2 sont disponibles en deux niveaux de traitement différents, le niveau 1C et le niveau 2A :

- Le traitement de niveau 1C comprend des corrections radiométriques et géométriques, y compris l'orthorectification et l'enregistrement spatial avec une précision inférieure au pixel. Le résultat principal est un produit de réflectance de la topographie de l'atmosphère (TOA).
- Le traitement de niveau 2A comprend une classification, une correction atmosphérique et (en option), une correction topographique appliquée aux produits d'ortho-images TOA de niveau 1C. Le résultat principal du niveau 2A est un produit de réflectance corrigé de l'ortho-image du fond d'atmosphère (BOA).

Pour de plus amples informations, il est possible de se référer aux guides disponibles sur le site web Sentinel de l'ESA : <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/technical-guides/sentinel-2-msi>.

Les images multi-temporelles Sentinel-2 sont disponibles gratuitement sur le site *Copernicus Open Access Hub* (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>) en projection UTM/WGS84.

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 76
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



8.2 Annexe 2: Revue des spécifications des images Landsat-7

Landsat 7 a été lancé le 15 avril 1999. Le satellite transporte le capteur ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper*).

Le satellite Landsat 7 tourne autour de la Terre sur une orbite héliosynchrone, quasi polaire, à une altitude de 705 km (438 mi), inclinée à 98,2 degrés, et fait le tour de la Terre toutes les 99 minutes. Le satellite a un cycle de répétition de 16 jours. Les données Landsat 7 sont acquises sur le système de trajectoire du Système mondial de référence 2 (WRS-2), avec un chevauchement de fauchée (*sidelap*) variant de 7 % à l'équateur à un maximum d'environ 85 % aux latitudes extrêmes.

Landsat 7 est équipé du capteur ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*), une version améliorée des instruments *Thematic Mapper* qui étaient à bord de Landsat 4 et Landsat 5. Les produits Landsat 7 sont livrés sous forme d'images 8 bits avec 256 niveaux de gris.

Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)

- Huit bandes spectrales, dont une bande panoramique et une bande thermique :
 - Bande 1 visible (0,45 - 0,52 μm) 30 m
 - Bande 2 Visible (0,52 - 0,60 μm) 30 m
 - Bande 3 Visible (0,63 - 0,69 μm) 30 m
 - Bande 4 proche infrarouge (0,77 - 0,90 μm) 30 m
 - Bande 5 Infrarouge ondes courtes (1,55 - 1,75 μm) 30 m
 - Bande 6 thermique (10,40 - 12,50 μm) 60 m Gain faible / Gain élevé
 - Bande 7 Infrarouge moyen (2,08 - 2,35 μm) 30 m
 - Bande 8 Panchromatique (PAN) (0,52 - 0,90 μm) 15 m
- Intervalle d'échantillonnage au sol (taille des pixels) : 30 m en réflexion, 60 m en thermique

Depuis juin 2003, le capteur a acquis et fourni des données avec des lacunes causées par la défaillance du correcteur de ligne de balayage (SLC). La Figure 37 illustre un exemple d'une scène Landsat-7 sans SLC. La Figure 38 montre la zone d'essai Z1 au nord de Bétaré Oya, avec l'impact des lignes de balayage.

Pour de plus amples informations, il est possible de se référer aux guides disponibles sur le site web de l'USGS :

<https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-7>

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 77
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						

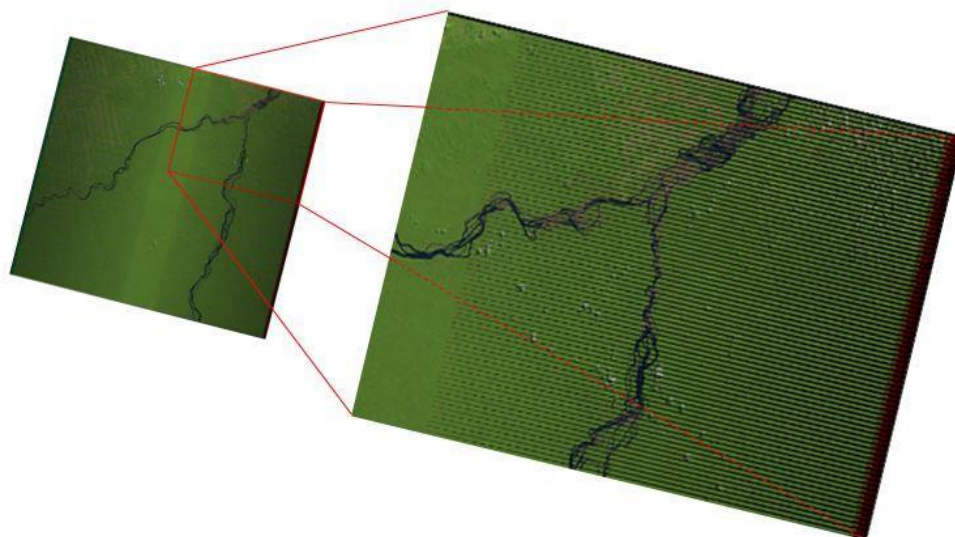


Figure 37 Exemple d'image Landsat 7 sans SLC ; Source: <https://www.usgs.gov/media/images/a-landsat-7-slc-scene-example>).

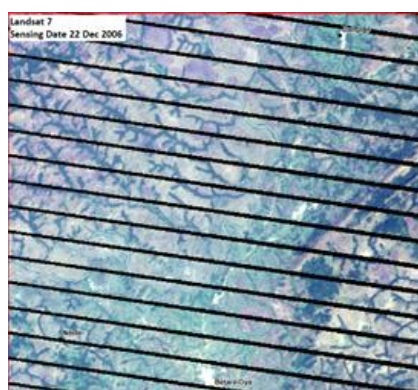


Figure 38 Lignes de balayage (bandes noires) sur les images Landsat 7 pour la zone d'essai au nord de Bétaré Oya (Z1) de 2006

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 78
	Autorisé	x					
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc		2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	



8.3 Annexe 3 : Compte rendu de la réunion de démarrage du 18 février 2021

REPUBLIQUE DU CAMEROUN
Paix – Travail – Patrie

COOPERATION CAMEROUN – BANQUE
MONDIALE

MINISTERE DES MINES, DE L'INDUSTRIE ET DU
DEVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE

PROJET DE RENFORCEMENT DES CAPACITES
DANS LE SECTEUR MINIER



REPUBLIC OF CAMEROON
Peace – Work - Fatherland

CAMEROON – WORLD BANK
COOPERATION

MINISTRY OF MINES, INDUSTRY AND
TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT

THE MINING SECTOR CAPACITY
BUILDING PROJECT

COMPTE RENDU DE LA VIDEO-CONFERENCE RELATIVE A LA VALIDATION DU RAPPORT DE DEMARRAGE DE L'ETUDE DU DIAGNOSTIC PAR TELEDETECTION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DES EXPLOITATIONS ARTISANALES ET ARTISANALES SEMI-MECANISEES ET L'ETABLISSEMENT DES RECOMMANDATIONS POUR LA REHABILITATION DES SITES

L'an deux mille vingt et un et le 18 du mois de février, s'est tenue par vidéo-conférence, la réunion de validation du rapport de démarrage de l'étude du diagnostic par télédétection des exploitations artisanales et artisanales semi mécanisées et l'établissement des recommandations pour la réhabilitation des sites. Prenaient part à cette réunion, les personnes ci-après :

Partie PRECASEM

- Monsieur MBAH TSOUNGUI Richard, Spécialiste en Passation des Marchés au PRECASEM ;
- Monsieur PENAYE Joseph, Expert Mine et Géologie du PRECASEM ;
- Monsieur ONDING ETEME François, Expert Environnemental et Social du PRECASEM ;
- Madame ABONG Marie, Responsable Chargé du Suivi des Impacts Sociaux, PRECASEM ;

Partie Beak Consultants

- Dr Andreas BARTH
- Mme. Delira HANELLI
- Andreas KNOBLOCH
- Peter BOCK
- Dr William ZYLBERMAN

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 79
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



1. Mot d'ouverture de la séance et présentation des participants

La réunion était présidée par Monsieur **MBAH TSOINGUI Richard** en lieu et place de Monsieur le Coordonnateur du PRECASEM empêché. A l'entame de son propos, il a souhaité la bienvenue à tous les participants. Il a ensuite présenté le projet d'ordre du jour pour approbation par les différentes parties concernées par la réunion.

2. Approbation du projet d'ordre du jour et présentation de la situation administrative du contrat

L'ordre du jour soumis a approbation par les participants se présentait comme suit :

- Mot d'ouverture de la séance ;
- Présentation des participants ;
- Situation administrative du contrat :
 - a) Notification du contrat et de l'ordre de service ;
 - b) Assurances et cautions ;
 - c) Enregistrement du contrat ;
- Situation technique du contrat
- i) Par le PRECASEM** : Rappel des observations formulées sur le rapport de démarrage de la mission ;
- ii) Par BEAK CONSULTANTS** : Présentation de la méthodologie de la mission amendée, du chronogramme des activités et des livrables ; personnel mobilisé et délais d'intervention ;
- Echanges à caractère technique et juridique ;
- Résolutions et recommandations ;
- Divers.

L'approbation de l'ordre du jour s'est poursuivie par la présentation de la situation administrative du contrat ainsi qu'il suit :

- Le contrat a été signé le 15 décembre 2020 et notifié le même jour ;
- L'enregistrement du contrat a été effectué en janvier 2021 ;
- Les assurances sont disponibles en langue allemande, mais non encore transmis au PRECASEM. Il a été conclu que ces derniers peuvent être transmis en langue allemande. Toutefois, pour faciliter leur exploitation, une traduction en langue française ou anglaise peut être jointe aux assurances envoyées.

3. Présentation de la situation technique du contrat

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 80
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						

**i) Par le PRECASEM**

Pour ce qui concerne la situation technique du contrat, un rappel des observations faites par le PRECASEM au précédent rapport de démarrage soumis par le consultant a été effectué. De ce rappel, les points ci-après sont soulignés :

En ce qui concerne la zone à couvrir par la mission, au regard du fait que les TDR indiquent une couverture nationale du territoire par la mission, il est demandé au consultant que l'échantillonnage de la zone à couvrir reflète un peu l'étendue du territoire national ainsi que le nombre de minerais concernés par l'étude. Toutefois, ceci signifie une demande supplémentaire aux services offerts dans la proposition technique du consultant et accordé dans la contrat N° 005/C/MINMIDT/PRECASEM/UCP/SPM/12-2020 signé le 15/12/2020 (voir Annexe 1, Annexe 2 et Annexe 3).

Il est suggéré au consultant d'adjoindre à son précédent échantillonnage, les localités et les minéraux ci-après :

- a) **Région du Nord** : Localité de Figuil pour l'exploitation du calcaire
- b) **Région de l'Adamaoua** : Localité Mayo-Darlé pour prendre également en compte l'exploitation de l'étain ;
Localité de Tignère, pour prendre également en compte l'exploitation du saphir
- c) **Région du Centre** : localité d'Ebebda pour prendre également en compte l'exploitation du sable ;
- d) **Région du Littoral** : Localité de Douala, pour prendre en compte l'exploitation du sable dans le Wouri ;
Localité de Njombé, pour prendre en compte l'exploitation de la pouzzolane

La localisation de ces zones, telle que compris par le consultant, est présentée à l'annexe A2.

Beak Consultants prend note de cette demande et recontactera le PRECASEM pour proposer une solution appropriée.

ii) Par Beak Consultants

Le Consultant Beak dans son intervention a d'abord présenté le plan de son exposé qui comprenait entre autres :

- iii) Le chronogramme
- iv) Le plan de travail
- v) Une vue d'ensemble des forêts du Cameroun réalisée grâce à la démarche du Global Forest Watch
- vi) La méthodologie du traitement d'images, du diagnostic par télédétection et de l'évaluation des sites

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 81
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	



La structure de la présentation du consultant est restée fidèle à la proposition technique initialement soumis par ce dernier. Toutefois, un accent a été mis dans la présentation sur l'apport des éléments de réponses aux observations formulées par le PRECASEM. C'est ainsi qu'il a été spécifié :

- Comment seront conduites les analyses relatives aux dynamiques de modification des paysages ;
- Comment seront conduites l'étude sur la caractérisation des modifications de la structure et de la qualité de l'eau ainsi que les analyses comparées qui permettront d'apporter de façon indirecte des réponses sur la potabilité de l'eau dans les zones d'exploitation minière ;
- Comment seront conduites les analyses des activités pastorales lors des phases de descente sur le terrain à partir des entretiens avec les communautés. Toutefois, afin de conduire des analyses fines, notamment sur les problématiques socioéconomiques, le consultant a sollicité du PRECASEM, les statistiques sur les données d'élevage ainsi que des informations sur les dynamiques démographiques, sur la production minière artisanales ainsi que sur les teneurs des sédiments, des graviers, de l'or et du sable.

4. Résolutions

Des échanges avec le consultant, les résolutions ci-après :

- Des actions vont être entreprises dans les plus brefs délais pour mettre à la disposition du consultant des informations attendues pour une poursuite harmonieuse de la mission ;
- La mission du consultant doit se poursuivre, toutefois, un rapport de démarrage amendé devra être soumis pour une poursuite facilitée du processus de paiement des décomptes soumis au PRECASEM ;
- Aucun avenant n'est envisageable dans le cadre de cette mission.

La réunion s'est achevée par le mot de remerciement du Président de séance pour la tenue harmonieuse de la réunion et la clôture de la réunion.

Pour le PRECASEM

Pour Beak Consultants GmbH


Beak Consultants GmbH
Am St. Nicolas Schacht 13
09599 Freiberg
Telefon 03731 781-350
Telefax 03731 781-352

Mr. MBAH TSOUNGUI Richard
Président de séance

Dr Andreas Barth
Directeur général

Etat	Brouillon	Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 82
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021
Fichier: 2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



Annexes :

- A1 : Evolution de la surface de la zone d'étude au cours de l'adaptation de la proposition du consultant
- A2 : Interprétation par le consultant des zones supplémentaires suggérées par le client
- A3 : Réponses du PRECASEM aux questions techniques du consultant le 20 avril 2020

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 83
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



A1 : Evolution de la surface de la zone d'étude au cours de l'adaptation de la proposition du consultant

La Zone de travail et les substances concernées ont été modifiées au cours de l'adaptation de la proposition technique et financière comme suit :

La première proposition faite le 30/04/2020 était de 224 250 €, incluant une zone d'étude de 55 000 km² (Figure 1):

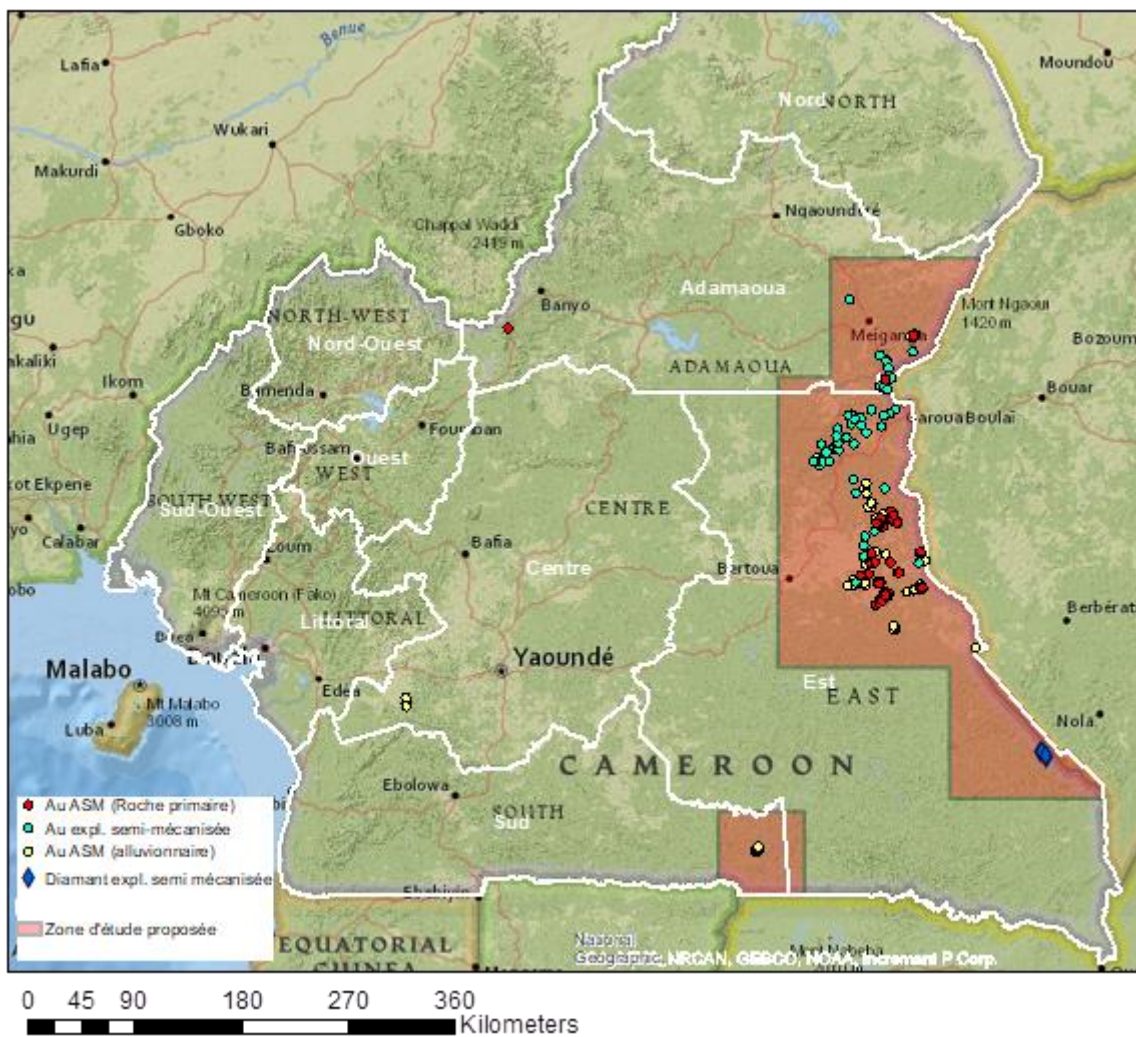


Figure 1 : Zone de travail proposée le 30/04/2020

Par la suite, il a été communiqué au consultant qu'il fallait réduire le prix de la proposition et qu'il était possible de réduire la zone de travail aux régions à l'Est et à Adamaoua où l'artisanat s'opère.

Etat	Brouillon	Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 84
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021



La proposition adaptée du consultant a été de à 159 894,00 €, avec une surface de la zone d'étude de 27 500 km², incluant les principaux sites d'exploitation connus dans l'Est et l'Adamaoua, mais excluant l'or de Mintom et le diamant de Mobilong (Figure 2).

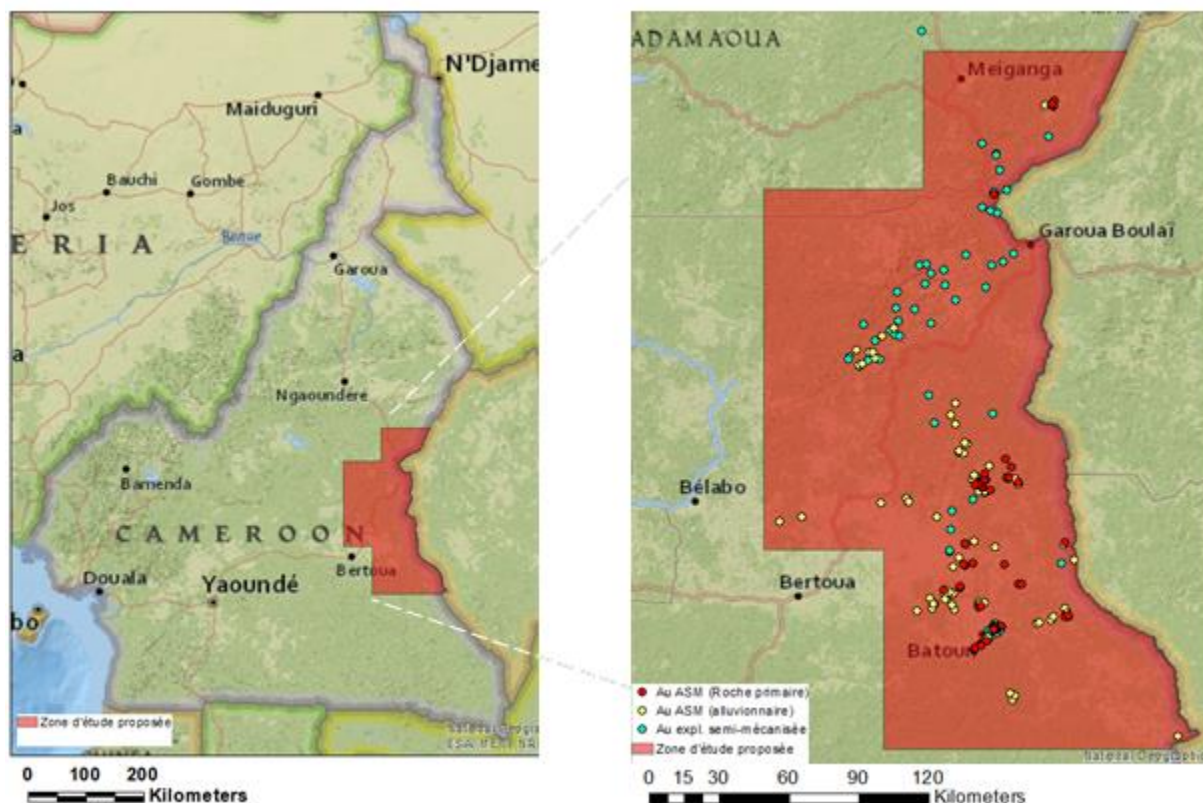


Figure 2 : Zone de travail déterminée dans la proposition adaptée et approuvée dans le contrat N° 005/C/MINMIDT/PRECASEM/UCP/SPM/12-2020

Etat	Brouillon	Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 85
	Autorisé					
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc		22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	



A3 : Localisation des zones supplémentaires suggérées par PRECASEM pendant la réunion de démarrage

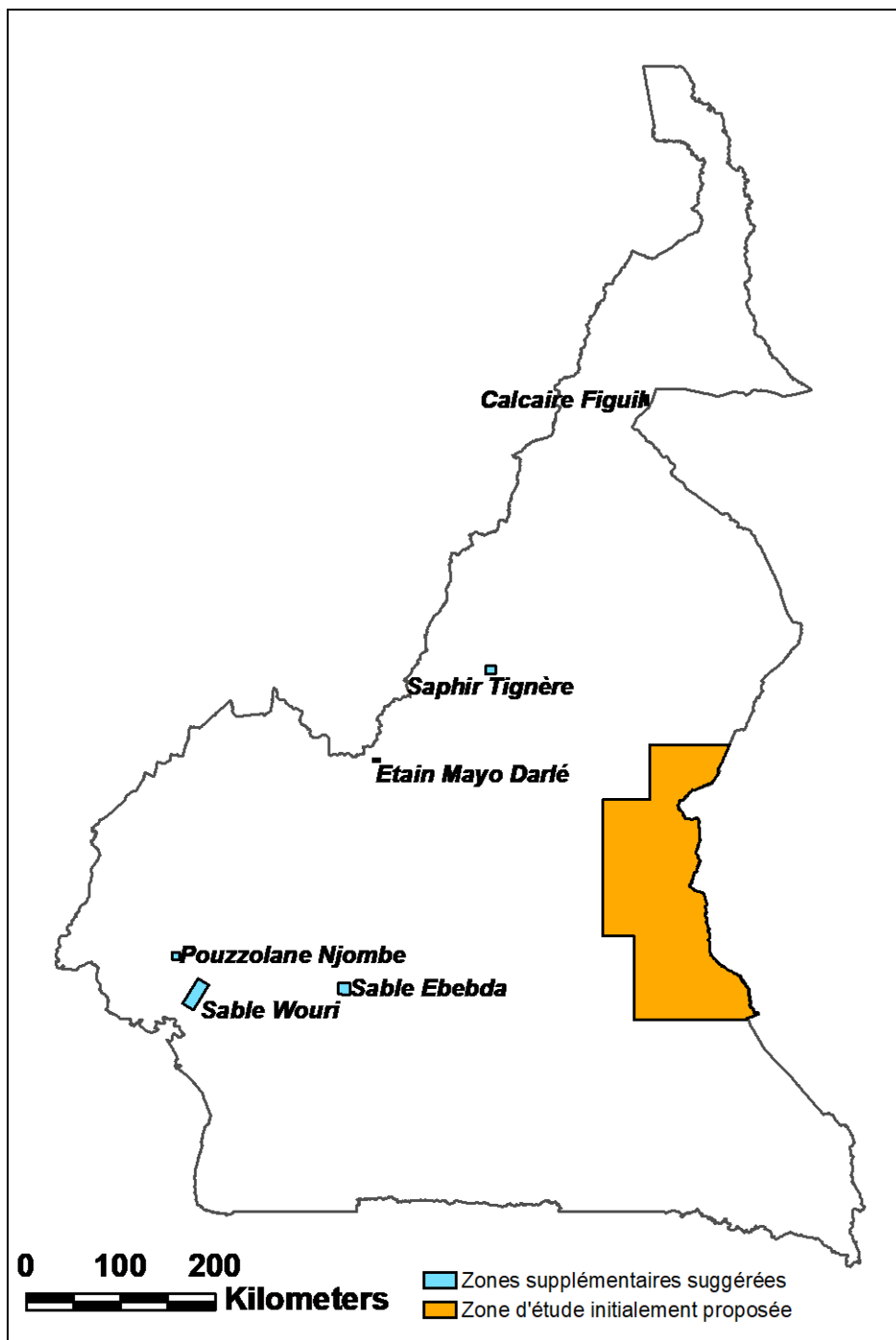


Figure 3 : Zones supplémentaires suggérées par PRECASEM lors de la réunion de démarrage

Etat	Brouillon	Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 86
	Autorisé	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc					



A3 : Réponses du PRECASEM aux questions techniques du consultant le 20 avril 2020

Von: Guillaume MANANGA [<mailto:gsmananga@yahoo.fr>]

Gesendet: Montag, 20. April 2020 13:27

An: mbah richard; Andreas Barth; Antje Reissmann; Andreas Knobloch; Peter Bock

Cc: Christiane AVEBE c.avebe@yahoo.fr; Penaye Joseph; onding franÿfffe7ois; Marie Abong; Delira Hanelli

Betreff: Re: Demande d'éclaircissements (Diagnostic par télédétection, des impacts environnementaux des exploitations artisanales et artisanales semi mécanisées et l'établissement de recommandations pour la réhabilitation des sites).

Monsieur BARTH,

Pour donner suite à vos préoccupations

- 1.) Est-ce que l'étude – avec ses cartes et livrables principaux – se réfère au pays entier, ou serait-il préférable de sélectionner les régions avec une activité prononcée des mines artisanales et semi-mécanisées .

L'étude se limite aux régions dans lesquelles l'artisanat s'opère, notamment l'Est et l'Adamaoua.

- 2.) Pour l'évaluation de la dynamique forestière, de l'impact minier sur la dégradation en superficie et biodiversité des forêts, et sur la turbidité des cours d'eau, vous indiquez les intervalles 2000-2010, 2015 et 2019. Nous comprenons qu'il s'agit de trois dates (la première à choisir entre 2000 et 2010, selon la disponibilité / résolution des données de télédétection). Ou voudriez-vous une saisie de l'état proche de l'an 2000 et un autre en 2010 ?

Il s'agit pour nous de partir d'un état 0 où nous pensons qu'il n'y avait pas encore de grosses dégradations sur l'environnement. Une fois cette date calée, nous voulons appréhender l'évolution des dégradations dans la période 2000-2010 et en 2015 et 2019.

- 3.) Le temps « T0 » signifie donc à peu près l'état de l'année 2000, avant le commencement des grandes activités semi-mécanisées – est-ce correct ?

Exactement

- 4.) Pour les régions à forte activité minière, nous recommandons des cartes plus détaillées aux intervalles plus courtes (2015, 2016, 2017, 2018, 2019....) pour mieux documenter la dynamique des changements. Serait-ce utile ?

De notre point de vue, ce n'est pas nécessaire

- 5.) Bien qu'il ne soit pas revendiqué dans les TdR, nous proposons des **travaux de terrain** :
 - Pour évaluer les images satellites et calibrer les données de télédétection ???
 - Pour constater la situation environnementale géochimique, notamment la pollution des sols et des sédiments de rivière par les substances d'amalgamation (mercure....), mais aussi des possibles contaminants qui pourraient se libérer des minerais broyés (plomb etc.). Pour cela nous voudrions collecter un nombre limité

Etat	Brouillon		Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 87
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021	
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc						



d'échantillons de sol et des sédiments de rivière. **Des données d'analyse de stream sediment sont disponibles**

- Pour adapter les propositions de réhabilitation des sites.

6.) Est-ce que le résultat que vous attendez n'est composé que des cartes / rapports et de la base de données décrivant l'évolution jusqu'à l'état actuel ? Ne serait-il mieux de faire un **système de surveillance**, pour détecter les changements futurs annuels :

- trouver des nouveaux points chauds d'impact de l'activité minière,
- contrôler le respect des consignes aux exploitants (réhabilitation des sites, interdiction des activités alluvionnaires...)?

Ce n'est pas nécessaire

7.) Est-ce qu'une **formation** pour le personnel du MINMIDT / PRECASEM est désirée ? Si oui, devrait-elle être ciblée sur l'évaluation des données, télédétection, monitoring sur le terrain ?

Il n'est pas prévu de formation de personnel

8.) Quelles données peuvent être mise à disposition du consultant : Cadastre minier, cartes géologiques, carte d'occurrences minérales / gisements, cartes topographiques, d'autres cartes thématiques.... – si oui : raster / vecteur, et dans quelles échelles ?

Les données qui seront mises à disposition sont : données du cadastre minier, différentes cartes géologiques et géochimiques des zones d'étude à 1/200 000

9.) Quelle infrastructure informatique serait à notre disposition à Yaoundé (serveur, logiciel système, logiciels spéciaux, SIG-Esri, bases de données ...) ?

Pouvez-vous préciser le sens de votre question ? Sinon, nous avons un système d'informations géologiques et minières moderne.

10.) Pour les polices d'assurance à fournir En ce moment, nous disposons d'une assurance de responsabilité professionnelle avec une couverture de 3 000 000 USD. Si vous considérez ce montant suffisant, serait-il possible d'adapter les conditions particulières (24.1) ? Sinon, il est possible qu'on fasse augmenter la couverture pour la durée de ce projet. Veuillez nous le faire savoir.

Nous pensons que cette couverture est acceptable. L'article y afférent sera adapté en temps opportun. Par ailleurs, nous n'avons aucune objection à ce que votre proposition soit déposée le 30 avril.

Très cordialement

Guillaume S. MANANGA

Coordonnateur

Projet de Renforcement des Capacités dans le Secteur Minier (PRECASEM)

Tél: +(237) 222 21 72 05 / +(237) 679 70 13 92

B.P.: 35491 Yaoundé - Cameroun

Courriel: gsmananga@yahoo.fr

Etat	Brouillon	Version	Date de création	Dernier changement	Imprimé le	Page 88
	Autorisé	x	2.0	22/12/2020	25/02/2021	25/02/2021
Fichier:	2020_0014_Rapp_Demarrage_v_2.0.doc					