

**REPUBLIQUE DU CAMEROUN**

**Paix –Travail – Patrie**

\*\*\*\*\*

**UNIVERSITE DE YAOUNDE I**

\*\*\*\*\*

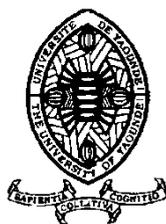
**FACULTE DES ARTS, LETTRES ET  
SCIENCES HUMAINES**

\*\*\*\*\*

**CENTRE DE RECHERCHE ET DE  
FORMATION DOCTORALE, EN SCIENCES  
HUMAINES, SOCIALES ET EDUCATIVE**

\*\*\*\*\*

**UNITE DE RECHERCHE ET DE  
FORMATION DOCTORALE EN SCIENCES  
HUMAINES ET SOCIALES**



**REPUBLIC OF CAMEROON**

**REPUBLIC OF CAMEROON**

**Peace-Work-Fatherland**

\*\*\*\*\*

**UNIVERSITY OF YAOUNDE I**

\*\*\*\*\*

**FACULTY OF ARTS, LETTERS AND  
SOCIAL SCIENCES**

\*\*\*\*\*

**POST GRADUATE SCHOOL FOR SOCIAL  
AND EDUCATIONAL SCIENCES**

\*\*\*\*\*

**DOCTORAL RESEARCH UNIT FOR  
HUMAN AND SOCIAL SCIENCES**

**Département de Géographie**

**Department of Geography**

**INCIDENCE DES GRANDS TRAVAUX  
D'INFRASTRUCTURES SUR LES MILIEUX NATURELS :  
CAS DU TRONCON PK0-PK20 DE L'AUTOROUTE  
YAOUNDE-DOUALA**

**Mémoire présenté pour évaluation partielle en vue de l'obtention du diplôme de Master  
en Géographie Physique**

**Spécialité : DYNAMIQUE DE L'ENVIRONNEMENT ET RISQUES**

Présenté par :

**YMELON DJUIKA FOMEKON Mervice**

*Licenciée en Géographie Physique*

**Matricule : 15B618**

Sous la supervision de :

**Paul TCHAWA**

*Professeur Titulaire des Universités*



**2022**

# SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	1
DEDICACE .....	2
REMERCIEMENTS.....	3
LISTE DES FIGURES .....	4
LISTE DES TABLEAUX.....	4
LISTE DES PHOTOS.....	7
LISTE DES PLANCHES .....	8
LISTE DES ABREVIATIONS.....	10
RESUME .....	11
ABSTRACT.....	12
INTRODUCTION GENERALE .....	13
CHAPITRE 1 : LA PRESENTATION DE L'ETAT INITIAL DU MILIEU NATUREL .....	57
INTRODUCTION .....	57
CHAPITRE 2 : CONSISTANCE DES TRAVAUX DE LA CONSTRUCTION DU TRONCON PK0-PK20 ET IDENTIFICATION DES INCIDENCES SUR LE MILIEU PHYSIQUE ET BIOLOGIQUE .....	78
CHAPITRE 3 :MESURES D'ATTENUATION ET DE REDUCTION DES INCIDENCES REPERTORIEES.....	123
CONCLUSION GENERALE.....	132
BIBLIOGRAPHIE.....	134
ANNEXES.....	139
TABLE DE MATIERES .....	148

## DEDICACE

Je dédie ce travail :

A mes parents :

Le regretté **Kemeka Michel, madame Keubon Josette, Dr Colonel Meloupou Jean Pierre** pour l'amour, l'affection, le sacrifice et la patience consentis à mon égard depuis mon enfance et particulièrement depuis mes premiers jours à l'école.

Qu'ils trouvent en ce travail une marque de reconnaissance pour tout ce dont ils ont toujours su m'apporter.

## REMERCIEMENTS

L'aboutissement de ce mémoire a été possible grâce à la contribution de plusieurs personnes et institutions à qui nous adressons nos sincères remerciements.

Notre gratitude va premièrement à l'endroit du Professeur Paul TCHAWA qui a encadré ce travail avec une rigueur scientifique avérée.

- A tous le personnel enseignant (Professeurs et Docteurs) du département de géographie de l'université de Yaoundé 1 pour les efforts fournis pour notre formation et encadrement durant notre cursus académique ;
- Nous témoignons toute notre reconnaissance à l'endroit du professeur Martin KUETE, pour tous les conseils et la documentation mise à notre disposition ;
- Au professeur YONGUE Rose du département de Géologie de l'Université de Yaoundé 1, à qui nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance pour les données fournies.
- Nos sincères et vifs remerciements s'adressent à nos grands frères Rodrigue NODEM et Florent LAMBOU pour leur encadrement continu, leur disponibilité et leurs précieux conseils ;
- Nous tenons également à mentionner les aides de certaines personnes, lesquelles ont contribué considérablement à la réalisation de ce travail. Il s'agit notamment :
- De sa majesté EBODE Sébastien chef traditionnel du village Ekekam III, du premier notable MVONDO Evariste du village Nkon-Messa et leurs populations qui nous ont fait preuve d'une grande hospitalité ;
- A l'équipe de collecte des données sur le terrain. Notamment, le facilitateur de collecte des données GPS, les guides locaux, le forestier et le chauffeur pour leur disponibilité et leurs encouragements ;
- A nos amis et camarades de promotion pour leur élan de solidarité et leurs encouragements ;
- A tous les membres de notre famille pour leurs soutiens multiformes ;

Par ailleurs, que toutes autres personnes qui aurait contribué à la réalisation de ce travail et dont le nom n'a pas été mentionné, reçoive également nos sincères remerciements.

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1:</b> localisation du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala.....	16
<b>Figure 2:</b> Pourcentage de populations enquêtées par village dans la zone du projet (Source : Ymelon 2021) .....	31
<b>Figure 3:</b> Plan de sondage des transects.....	41
<b>Figure 4:</b> Projection des quadras sur Google Earth.....	44
<b>Figure 5:</b> Interface du sonomètre de collecte des données acoustiques sur un site éloigné de l'autoroute (Ymelon 2021) .....	46
<b>Figure 6:</b> Scènes landsat traversées par le tronçon PK0-PK20.....	47
<b>Figure 7:</b> diagramme ombrothermique de la ville de Yaoundé pour les périodes de 1982 à 2016 recueillis à la station météorologique de Mvan. ....	59
<b>Figure 8:</b> Carte du réseau hydrographique de la zone d'étude .....	62
<b>Figure 9:</b> profil topographique de la zone (réalisée par Ymelon 2020) .....	65
<b>Figure 10:</b> Carte de la végétation de la zone d'étude.....	70
<b>Figure 11:</b> estimation des classes d'occupation du sol en pourcentage autour du tronçon PK0-PK20.....	82
<b>Figure 12:</b> la situation de l'occupation du sol autour du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala en 2011 .....	83
<b>Figure 13:</b> estimation des classes d'occupation du sol en pourcentage autour du tronçon PK0-PK20.....	84
<b>Figure 14:</b> la situation de l'occupation du sol autour du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala en 2014 .....	85
<b>Figure 15:</b> occupation du sol en pourcentage autour du tronçon PK0-PK20 en 2020.....	86
<b>Figure 16:</b> carte des unités d'occupation du sol de l'année 2020.....	87
<b>Figure 17:</b> taux d'évolution des superficies des classes d'occupation du sol .....	90
<b>Figure 18:</b> carte de synthèse des unités d'occupation du sol.....	91
<b>Figure 19:</b> schéma illustratif des conséquences des terrassements sur la dynamique sédimentaire ainsi que sur les régimes d'inondations en aval .....	92
<b>Figure 20:</b> modèle représentatif de la modification du paysage après le creusage d'un rocher.....	100
<b>Figure 21:</b> carte de l'évolution morpho dynamique des cours d'eau entre 2011 et 2021 .....	107
<b>Figure 22:</b> indices kilométriques d'abondance de la faune .....	110
<b>Figure 23:</b> Indices kilométrique d'abondance des recès.....	111

<b>Figure 24:</b> donnée acoustique sur un site proche de l'autoroute .....	112
<b>Figure 25:</b> donnée acoustique sur un site éloigné de l'autoroute .....	112
<b>Figure 26:</b> classes des diamètres des arbres proches de l'autoroute .....	116
<b>Figure 27:</b> classes des diamètres des arbres éloignés de l'autoroute .....	116
<b>Figure 28 :</b> classes des hauteurs des arbres proches de l'autoroute .....	117
<b>Figure 29:</b> classes des hauteurs des arbres éloignés de l'autoroute .....	117

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1:</b> Opérationnalisation du concept d'infrastructure .....	24
<b>Tableau 2:</b> schéma conceptuel du milieu naturel.....	25
<b>Tableau 4:</b> outils utilisés lors du prélèvement des échantillons du sol .....	38
<b>Tableau 5:</b> outils utilisés pour la collecte des données sur la structure des sols.....	39
<b>Tableau 6:</b> matériels utilisés lors de la collecte des données sur faune et la flore.....	42
<b>Tableau 7:</b> récapitulatif des outils et logiciels utilisés .....	55
<b>Tableau 8 :</b> Tableau synoptique .....	56
<b>Tableau 9:</b> données sur les précipitations de la zone du Centre (1982-2016) .....	58
<b>Tableau 10:</b> données sur les températures de la zone du Centre (1982-2016) .....	58
<b>Tableau 11 :</b> Listes des espèces floristiques recensées dans la zone .....	65
<b>Tableau 12 :</b> Listes des espèces de faunes sauvage rencontrées dans la zone du projet.....	71
<b>Tableau 13:</b> répartition de la population dans la zone du projet par arrondissement .....	74
<b>Tableau 14 :</b> Taille de la population des localités traversées par la zone d'étude .....	75
<b>Tableau 18:</b> matrice d'évolution des unités d'occupation du sol.....	88
<b>Tableau 15:</b> résultat des observations terrain sur les volumes des sédiments piégés .....	94
<b>Tableau 16 :</b> Caractéristiques des sols en zone de déblais et de remblais .....	99
<b>Tableau 17:</b> essences floristiques recensées sur le site.....	114
<b>Tableau 19:</b> tableau synthétiques des incidences de la construction de l'autoroute Yaoundé-Douala sur les milieux naturels.....	120

## LISTE DES PHOTOS

<b>Photo 1:</b> vue de la rivière Nga .....	60
<b>Photo 2:</b> vue de la forêt dense source : cliché Ymelon 2020 .....	67
<b>Photo 4:</b> localisation d'une base de vie a PK3+700 et une aire de préfabrication (source cliché Ymelon 2020) .....	79
<b>Photo 5:</b> tassement du sol a PK8, cliché ymelon 2020.....	96
<b>Photo 6:</b> vallée morte, cliché Ymelon ,2021 .....	108
<b>Photo 7:</b> pente de remblais, investigation terrain 2020 .....	124
<b>Photo 8:</b> enrochement d'un talus (source : <a href="http://www.mycailoux-sud.com">www.mycailoux-sud.com</a> .....	125
<b>Photo 9:</b> versant stabilisé par clouage .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>Photo 10:</b> talus soutenus par géotextiles source : gateway structure.....	127

## LISTE DES PLANCHES PHOTO

<b>Planche Photo 1:</b> Zones modifiées par le projet .....	33
<b>Planche Photo 2:</b> Etape et matériels utilisés pour la collecte des alluvions lessivés.....	35
<b>Planche Photo 3:</b> Collecte des échantillons des sédiments piégés. ....	37
<b>Planche Photo 4:</b> Etapes de description d'un profil pédologique .....	50
<b>Planche Photo 5:</b> vue de la végétation à raphiale .....	68
<b>Planche Photo 6:</b> plantations observées en bordure de l'autoroute.....	69
<b>Planche Photo 7:</b> Emprunte de gorille dans la forêt et rat pris au piège .....	73
<b>Planche Photo 8:</b> manifestation de l'érosion dans la zone d'étude.....	93
<b>Planche Photo 9:</b> Augmentation du débit d'un cours d'eau due aux ouvrages de canalisations.....	95
<b>Planche Photo 10:</b> comparaison des profils pédologiques entre un site d'emprunt et un site de dépôt,.....	97
<b>Planche Photo 11:</b> Paysage modifié par les terrassements .....	102
<b>Planche Photo 12:</b> cours d'eau dévié.....	104
<b>Planche Photo 13:</b> aperçu des cours d'eau proches de l'autoroute et éloignés de l'autoroute.	105

## LISTE DES ANNEXES

<b>Annexe 1:</b> Fiche d'attestation de la recherche.....	139
<b>Annexe 2:</b> Autorisation de recherche à la bibliothèque de géologie.....	140
<b>Annexe 3:</b> Liste des autorités rencontrés.....	141
<b>Annexe 4:</b> Liste du personnel de terrain.....	142
<b>Annexe 5:</b> Guides d'entretiens .....	143
<b>Annexe 6:</b> Fiche de collecte des données sur la faune .....	146
<b>Annexe 7:</b> Fiche de collecte des données sur la flore.....	147

## LISTE DES ABREVIATIONS

**IKA** : Indice Kilométrique d'Abondance

**GPS** : Global Positioning Système

**EIES** : Etudes d'Impact Environnementale et Sociale

**FHEC** : China First Highway Engineering CO.(FHEC).

**DPSIR**: Driving Forces, Pressures, State, Impacts, Responses

**FPEIR** : Forces Motrices, Pressions, Etats, Impacts, Réponses

**LCM** : Land Change Modeler

**LULCC**: land Use Land Cover Changes

**IKA** : Indice Kilométrique d'Abondance

**PK>** : Point par Kilomètre

**PCD** : Plan Communal de Développement

**SIG** : Système d'Information Géographique

**ASTER**:Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer

**GDEM**:GlobalDigital Elevation Model

**SRTM**:Shuttle Radar Topography Mission

**KML** : Keyhole Markup Language

**SPSS** : Statistical Package of Social Science

**PFNL** : Produit Forestier Non Ligneux

**ZIP** : Zone d'Influence du Projet

## RESUME

Le présent travail de recherche a pour but d'analyser les implications de la construction du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala sur la dynamique des milieux naturels environnants. Pour y parvenir, la méthodologie déployée s'est appuyée sur trois axes : la description de l'état initial des milieux naturels, l'évaluation de la dynamique des milieux naturels environnants à la suite de l'implantation de ce tronçon et enfin l'élaboration des mesures d'atténuations.

La description de l'état initial des milieux naturels a été élaborée grâce à la recherche documentaire, l'évaluation de la dynamique des milieux s'est faite principalement par les observations directes sur le terrain et les traitements d'images satellitaires à l'aide des logiciels de cartographie tel que : Erdas Imagine, Quantum-GIS et ARC-GIS. Cette évaluation concerne la végétation, les écoulements superficiels, la dynamique des versants et des sols, et la faune. La dynamique de la végétation a été obtenue par les traitements d'images Landsat 2011, 2014, 2020, et complétés par des campagnes de vérification de terrain. Les données sur les écoulements de surface ont été obtenues au cours des explorations sur le site et cartographiées grâce à la base de données de la plateforme Open Street Map. La description des profils pédologiques et la mise en place des pièges à sédiments ont permis de collecter les données sur les sols. Les données sur la faune ont été collectées travers les transects et recès effectués sur le terrain.

Au terme de ces analyses, il ressort que les opérations de terrassements ont induit la modification du paysage initial de la zone, la perte des sols par décapage de l'emprise de l'autoroute, l'accentuation du phénomène d'érosion des surfaces dénudées, le bouleversement du profil pédologique. Sur le plan hydrologique, on note la déviation des cours d'eau et la modification des flux hydriques entraînant une variation du régime de certains cours d'eau. Pour ce qui est de la faune et la flore, il a été noté la fragmentation de l'habitat de la faune, l'extinction de certaines espèces. De même, la construction de ce tronçon a conduit la perte d'une grande surface de forêt dense. On est passé de 7939,26 ha en 2011 à 6789 ha en 2020, soit une baisse totale de 49,10% en 9 ans soit 5.45% par an.

Au final, plusieurs mesures d'atténuation réalistes elles que la végétalisation des talus de remblais, la création et la restauration des habitats pour la biodiversité, l'entretien régulière du lit et des berges des cours d'eau Ont été proposées. Avec pour but de réduire voir de compenser les incidences répertoriées sur le milieu naturel après la construction de ce tronçon.

## ABSTRACT

The aim of this research is to analyze the implications of construction of the PK0-PK20 section of the Yaoundé-Douala highway on the dynamics of the surrounding natural environment. To achieve this the methodology deployed was based on three axes: the description of the initial state of the natural environment, the evaluation of the dynamics of the surrounding natural environments following the implementation of this section and finally the development of mitigation measures.

The description of the initial state of the natural environments was developed through documentary research, the evaluation of the dynamics of the environments was mainly done by direct observations in the field and satellite image processing using mapping software such as: Erdas Imagine, Quantum-GIS and ARC-GIS. This assessment includes vegetation, surface runoff, slope and soil dynamics, and wildlife. Vegetation dynamics were obtained by Landsat 2011, 2014, 2020 image processing, and supplemented by field verification campaigns. Surface flow data were obtained during the site explorations and mapped using the Open Street Map database. The description of soil profiles and the installation of sediment traps made it possible to collect soil data. Wildlife data were collected through field transects and surveys.

At the end of these analyses, it appears that the earthworks have led to the modification of the initial landscape of the area, the loss of soil by stripping the motorway right-of-way, the accentuation of the phenomenon of erosion of bare surfaces, the upheaval of the soil profile. From a hydrological point of view, we note the deviation of watercourses and the modification of water flows, leading to a variation in the regime of certain rivers. As far as fauna and flora are concerned, the fragmentation of faunal habitat and the extinction of certain species have been noted. Similarly, the construction of this section has led to the loss of a large area of dense forest. We went from 7939.26 ha in 2011 to 6789 ha in 2020, a total decrease of 49.10% in 9 years or 5.45% per year.

In the end, several realistic mitigation measures such as the revegetation of embankments, the creation and restoration of habitats for biodiversity, and the regular maintenance of riverbeds and banks were proposed. The aim is to reduce or even compensate for the impacts on the natural environment after the construction of this section.

## INTRODUCTION GENERALE

### 1. CONTEXTE GENERAL ET JUSTIFICATION DE L'ETUDE

L'ère actuelle est celle de l'expansion rapide des infrastructures dans l'histoire de l'humanité. Dans l'optique d'être le plus développé possible, certains pays mettent sur pieds de très grands projets infrastructurels. C'est le cas de la construction du London cross rail Project qui est le plus grand réseau ferroviaire, c'est également le cas du plus grand stade des Etats Unis dénommé Mercedes Benz stadium et le plus grand Musée en Egypte. Au Cameroun, dans l'optique d'atteindre l'émergence en 2035 de nombreux projets d'infrastructures appelés projets structurants sont en phase de réalisation et se multiplient à travers le pays ; notamment la construction des barrages hydroélectriques, des ports, des routes. La construction de l'autoroute s'inscrit dans ce cadre pour relier les grandes métropoles à l'instar de Yaoundé à Douala, Malheureusement la recrudescence de ces infrastructures a des graves répercussions directes et indirectes sur les écosystèmes à savoir les biotopes et les biocénoses. Il s'avère indispensable d'aborder efficacement et de manière interdisciplinaire, les problèmes de mise en valeur et d'aménagement car les interventions humaines qu'ils impliquent modifient nécessairement les dynamiques naturelles (Tricart, 1973). Ainsi, l'un des principaux effets de la construction routière réside dans la fragmentation des milieux naturels par le réseau routier qui nuit à son fonctionnement, car l'ouvrage gêne la circulation des espèces, morcelle leurs territoires et réduit les échanges entre les écosystèmes(BERGER, 2006). En outre, la mise en place des infrastructures de développement s'accompagne régulièrement d'une dégradation considérable de l'environnement(modification du régime des cours d'eau, pollution de l'air, déstabilisation des sols et la biodiversité qu'elle abrite).L'implantation d'infrastructures est également source d'instabilité des constructions humaines (églises, maisons, tombes, points d'eaux) affectant les biens matériels et immatériels (propriété, culture et sentiment d'attachement ou d'appartenance à un territoire) dans les zones riveraines. C'est suite à ces constats que le présent travail se propose d'évaluer les incidences du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala sur la dynamique des milieux naturels.

## **2. DELIMITATION THEMATIQUE, SPATIALE ET TEMPORELLE DU SUJET**

Une délimitation spatiale, thématique et temporelle permet de mieux circonscrire le sujet.

### **2.1. Délimitation thématique**

Ce travail de recherche s'inscrit dans le domaine de la géographie physique et se rapporte aux travaux sur la dynamique de l'environnement et risques, orientés vers les rapports entre la société et l'environnement ou des dynamiques Homme-Milieu. Sur le plan anthropique, ce sujet aborde spécifiquement la question de la mise en place des grandes infrastructures de développement. Sur le plan environnemental, le travail analyse des répercussions géomorphologiques, biogéographiques, et hydrologiques des travaux d'infrastructures d'où la formulation du thème : « incidence des grands travaux d'infrastructures sur les milieux naturels : cas du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala ».

### **2.2. Délimitation spatiale**

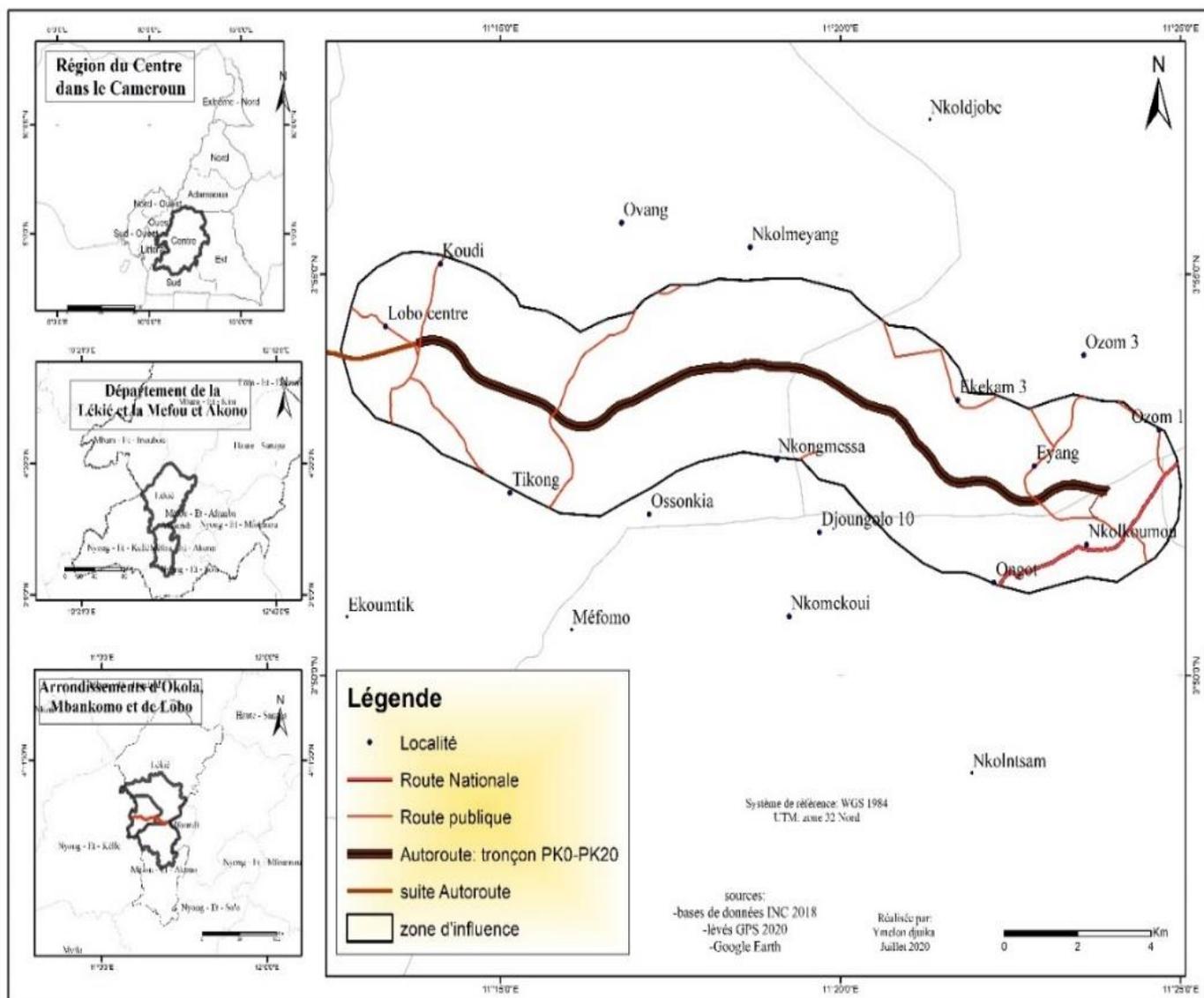
Le projet est caractérisé par un tronçon de route (forme linéaire) traversant plusieurs arrondissements tel que décrit par la figure 1.

Le tronçon d'étude traverse les arrondissements d'Okola, Mbankomo, Lobo et Yaoundé 7<sup>ème</sup> ; ces arrondissements sont localisés dans les départements de la Lékié, du Mfoundi et de la Mefou et Akono dans la Région du Centre Cameroun. La zone étudiée se situe entre 3°40'0'' et 4°0'0'' de latitude Nord et 11°10'0'' et 11°30'0'' de longitude Est (figure 1).

L'espace étudié est choisi de manière à faciliter la prise en compte de tous les éléments du milieu naturel pouvant être touchés ou affectés de près par la réalisation des travaux de construction et d'exploitation du tronçon PK0-PK20. En effet, cette bande de 9603,35 ha, encore appelé zone d'influence du projet (ZIP), qui s'étend sur 2km de part et d'autre du tronçon routier, constitue la partie dans laquelle les interactions entre les activités de chantier et l'environnement vont être plus accentuées par les travaux tels que : l'ouverture de l'emprise de l'autoroute, des sites d'emprunt et de dépôts, les terrassements, les déviations de l'autoroute et des cours d'eau, la répartition et la distribution de la faune etc.

Le tronçon étudié mesure 20 km. Il s'étend du point kilométrique 0 au point kilométrique 20 (PK0-PK20). Cette distance est considérée en effet comme les vingt premiers kilomètres de la

première phase de l'autoroute Yaoundé-Douala et est comprise entre la localité d'Ongot et celle de Lobo. La carte ci-dessous illustre la localisation du tronçon étudié.



**Figure 1: localisation du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala****2.5. Délimitation temporelle**

Ce travail de recherche couvre la période comprise entre 2011, et 2021. L'année 2011 représente la date choisie pour la description du milieu naturel avant l'arrivée du projet. L'année 2021 quant à elle a été choisie comme une année au cours de laquelle les travaux de terrassement et de construction ont déjà été effectués et où les incidences sur les milieux naturels sont visibles.

**3. INTERET DE L'ETUDE**

Cette étude est centrée sur divers intérêts ; notamment : l'intérêt scientifique, l'intérêt écologique et l'intérêt pratique.

**3.1. Intérêt scientifique**

Sur le plan scientifique, ce sujet à l'étude pourra contribuer à enrichir la littérature sur les incidences écologiques ou environnementales des grands travaux d'infrastructures.

**3.2. Intérêt écologique**

Ce travail de recherche contribue sur le plan écologique à une meilleure connaissance des dégâts des grandes infrastructures sur les écosystèmes et des enjeux liés à la protection de ses derniers ou à leurs pertes.

Ce travail contribue également à limiter les dégâts et dans une certaine mesure à protéger l'environnement à travers la proposition de mesures d'atténuations et compensations des incidences sur le milieu naturel. Ainsi, La protection de l'environnement induit également la protection des sociétés.

**3.3. Intérêt pratique**

De façon pratique, cette recherche pourra contribuer à l'étude des techniques de minimisation ou de bonification des impacts environnementaux des projets de construction des grandes infrastructures routières pour une meilleure sauvegarde environnementale.

**4. PROBLEMATIQUE**

Le Cameroun pour accélérer la relance économique, s'est donné pour objectif d'accéder à la catégorie des économies à revenu intermédiaire de la tranche supérieure d'ici 2035. Pour

atteindre cet objectif, l'Etat camerounais a mis sur pieds une série de projets structurants sous le slogan de « grandes réalisations ». Ces projets interviennent dans des domaines stratégiques tels que l'énergie, le développement urbain, l'habitat, les bâtiments et travaux publics et les transports. Dans le secteur des infrastructures routières, secteur porteur de la croissance et de l'emploi, plusieurs projets d'autoroutes et routiers sont actuellement en cours d'exécution ou même achevés avec pour but d'augmenter le linéaire de route bitumée. Bien que ces projets puissent entraîner d'énormes investissements et présenter des opportunités d'emplois considérables, leur réalisation génère également des effets notables sur le milieu naturel. De ce fait, le réseau des infrastructures de transport terrestre est l'une des principales menaces du déclin de la biodiversité par leur construction, leur utilisation, leur gestion, leur maillage, leurs interactions et leur grande étendue sur le territoire (Fanny Mallard ,2014). De même, les routes peuvent avoir des incidences multiples sur : les sols et sous-sol, la nature, les animaux, les plantes et le fonctionnement des écosystèmes, l'hydrographie, et sont désormais reconnues comme des éléments importants du paysage. Les routes fragmentent les forêts, créant ainsi des barrières pour certaines espèces.

Sur le plan physique la multiplication du réseau autoroutier dans le monde en général et la construction de l'autoroute Yaoundé-Douala au Cameroun de manière spécifique engendrent une dégradation des écosystèmes traversés, l'introduction de nouvelles formes d'occupation du sol, la désorganisation du profil du relief, la perte du couvert forestier, la modification du régime des cours d'eaux, l'érosion, l'instabilité des terrains et la menace à l'extinction de certaines espèces.

Par ailleurs, Sur le plan socio-économique, la mise en œuvre d'autoroute peut entraîner pour la population locale la perte de ses terres d'habitation et de cultures. La réalisation des grands travaux d'infrastructures est également source de déséquilibre de l'environnement ou de perte de la capacité des écosystèmes à répondre aux besoins humains. Lorsqu'une telle situation débouche sur une phase critique, les mauvaises conditions de ceux qui dépendent directement de la terre empirent et leurs efforts de redressement et de développement deviennent de plus en plus difficiles. Il en résulte un bouleversement socio-économique de toute la région (Erick P. ECKOLM, 1976).

Sur le plan technique, l'utilisation des matériaux de bâtiment et travaux public (goudron, sable, gravier, latérite, fer, pierres etc.), les techniques de remblais, les processus d'imperméabilisation des sols, le dimensionnement et l'orientation du système de

canalisation des eaux usées, induisent généralement des effets multiples qui menacent les équilibres naturels. La construction des autoroutes en général et de l'autoroute Yaoundé-Douala en particulier a des incidences directes et indirectes à court, moyen et long terme qui suscitent une interrogation principale ; notamment : quelles sont les incidences de la construction du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala sur la dynamique du milieu naturel ?

## **5. QUESTIONS DE RECHERCHE**

### **5.1. Question principale**

Quelles sont les incidences induites par la construction du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala sur les milieux naturels ?

### **5.2. Questions spécifiques**

- Quel est l'état des lieux du milieu naturel autour du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala avant la phase des terrassements ?
- Quelles sont les modifications du milieu naturel induites par la construction du tronçon PK0-PK20 ?
- Quelles mesures réalistes peuvent être envisagées pour atténuer les incidences répertoriées ?

## **6. CONTEXTE SCIENTIFIQUE**

La problématique de la construction des d'infrastructures et les incidences sur le milieu naturel ne date pas d'aujourd'hui, elle a fait couler beaucoup d'encre. L'état de l'art présente une vue synoptique du contexte scientifique de cette question orientée sur deux axes principaux à savoir : les travaux de construction et le déséquilibre du milieu naturel et les mesures de réduction ou d'atténuations.

### **6.1. Les grands travaux d'infrastructures et le déséquilibre des milieux naturels**

Plusieurs travaux ont été élaborés sur les infrastructures de transport dans le but de connaître leurs effets sur le milieu traversé.

Vandevelde, 2013 Dans un article sur la place de la biodiversité dans le choix de tracé des grandes infrastructures de transport soutient que les grandes infrastructures de transport génèrent des effets significatifs sur la biodiversité d'où l'importance dans le choix de son tracé afin d'éviter des effets préjudiciables.

SCET Tunisie, (2009). Dans l'étude d'impact environnemental et social de la route Ouesso-frontière du Cameroun décrit l'état initial en s'appuyant sur quatre aspects à savoir *le milieu physique* (données climatiques, la géologie et la géomorphologie, la topographie et le relief, la pédologie, l'hydrographie), *le milieu biologique* ( les formations végétales, la faune), *le milieu socio-culturel* ( la population, leur mode de vie, les infrastructures pour l'éducation de base), *le milieu socio-économique* (activités économiques, les perspectives de développement). L'un des objectifs de cette étude est d'évaluer les incidences directes ou indirectes dudit projet sur l'équilibre écologique de la zone d'implantation ou de toute autre région, le cadre de vie des populations et des incidences sur l'environnement en général. Les méthodologies déployées ici sont : l'enquête écologique et les observations visuelles directes. Dans ce travail, un accent a été mis sur la protection de la nature dans la zone d'influence en faisant ressortir la politique de conservation des écosystèmes en Afrique centrale, puis les paysages de la zone d'influence et enfin les aires protégées traversées.

Ghomari Fouad (2016) dans ses travaux sur la pathologie des constructions, soutient que le comportement du sol est l'un des paramètres dont l'incidence est prépondérante pour les constructions. En effet, les terrassements posent de nombreux problèmes dans la mesure où, ils viennent perturber l'équilibre d'un sol aux propriétés complexes et variables. De cette étude, il ressort que la phase de construction des infrastructures entraîne des conséquences dommageables surtout lors des remblais et les fouilles.

Fanny Mallard (2014) s'intéresse à la problématique de développement d'une méthode d'évaluation quantitative des effets des projets d'infrastructures de transport terrestre sur les milieux naturels avec pour objectifs d'élaborer trois méthodes complémentaires permettant le développement d'une évaluation quantitative des impacts des projets sur les milieux. , il soutient que, le réseau des infrastructures de transport terrestre est une des principales menaces du déclin de la biodiversité de par leur construction, leur utilisation, leur gestion, leur maillage, leurs interactions et leur grande étendue sur le territoire. Parmi ses méthodes utilisées, figurent celle de la détermination des effets majeurs des projets sur les écosystèmes. Pour cet auteur, cette méthode a été développée pour la modélisation spatio-temporelle de la dégradation des écosystèmes et de l'ensemble des perturbations des projets d'infrastructures de transport terrestre. Il aboutit au résultat selon lequel il existe une complexité et une multiplicité des effets directs et indirects des projets d'infrastructures de transport terrestre suivant les phases construction, exploitation et entretien.

Dans le même ordre d'idée, Amina Bacha (2007) travaillant sur l'étude d'impact des projets routiers sur l'environnement, avec pour objectifs d'une part d'identifier et évaluer l'importance des impacts appréhendés du projet sur le milieu physique, biologique et humain ainsi que sur le climat sonore et le paysage et d'autres part de proposer des mesures visant à atténuer les impacts identifiés afin d'optimiser l'intégration du projet dans le milieu récepteur. Elle aboutit au résultat selon lequel l'identification des impacts d'un projet routier est basée sur l'analyse des relations conflictuelles possibles entre le milieu traversé et l'infrastructure à implanter. Cette analyse permet de mettre en relation les sources d'impact associées aux phases de pré-construction, de construction et d'exploitation de la nouvelle infrastructure et les différentes composantes du milieu susceptibles d'être affectées.

Djibo Boubacar et Jean Philippe Waub, Geiger(2007). Dans un article sur les études d'impacts des projets routiers sur l'environnement réalisés en milieu de savanes africaines, se questionnent sur la prise en compte des répercussions de ces projets sur la santé humaine, l'économie locale, et l'équilibre écologique des milieux naturels. Ils relèvent à cet effet que les infrastructures routières par leurs effets, leurs emprises, le bruit et la pollution qu'elles engendrent, entraînent des effets négatifs sur les milieux biophysiques et humains. Ils ajoutent que pour assurer la durabilité de ces milieux, les dispositions adéquates doivent être prises pour garantir un processus d'évaluation des impacts environnementaux pouvant contenir les effets pervers des projets d'infrastructures routières.

Gaétan Leduc et Michel Raymond (2000) mènent des travaux sur l'évaluation des impacts environnementaux comme outil d'aide à la décision ils souhaitent aboutir à l'objectif selon lequel l'évaluation environnemental puisse devenir une démarche reconnue et efficace de prise en compte des préoccupations environnementales. Ils soutiennent que la plupart des activités humaines modifient plus ou moins profondément le fonctionnement des écosystèmes ou l'état de certains éléments de l'environnement, et bien entendu les êtres humains. Ils déclarent également que plusieurs des modifications environnementales apparemment très éloignées du bien-être des humains affectent en retour l'ensemble des conditions de vie de ces derniers. Il existe donc une grande interdépendance entre les êtres humains et leur environnement.

(BILLON Virginie, 2017), mène une étude sur l'infrastructure : l'écologie routière pour cet auteur, les infrastructures de transport contribuent à la rupture des continuités écologiques. En effet, la route apparait comme l'une des menaces importantes pour la conservation de certaines espèces. Par son emprise, la construction d'une infrastructure

routière entraîne la suppression directe des habitats (terrains de chasse, gîte) et la fragmentation de l'espace. Elles entraînent également la disparition des millions d'individus fauniques et floristiques.

Marie-Agnès Lanneaux (1997) s'interroge sur le fait que la réalisation d'une autoroute dynamise-t-elle les territoires traversés il se donne pour objectif de présenter les principaux résultats de l'étude réalisée sur trois années. La principale méthode de travail est l'observation des effets environnementaux et économiques de l'autoroute A39. Elle montre que la construction d'une autoroute comme A39 entraîne des modifications dans l'organisation et la gestion du territoire.

La mainmise de l'homme sur le couvert végétal à travers ses activités présente de nombreuses conséquences, ces activités humaines contribuent à dénuder les versants et les exposent à de forte adverses. Ce qui occasionne d'importantes mutations spatiales se traduisant par les mouvements de masse d'allure catastrophiques, des éboulements, glissements de terrains, coulées boueuses et inondations,(NGOUANET, 2010).

## **6.2. Mesures d'atténuation des incidences des constructions sur les milieux naturels**

Pierre Hénésal, (1996) s'est intéressé à la lutte contre l'érosion sur l'emprise routière dans le but d'apporter une contribution à la protection de l'environnement. Il a pour cela utilisé cinq grands groupes d'actions pour protéger l'environnement :

- Les protections spéciales pour des zones sensibles ;
- La maîtrise des eaux superficielles ;
- Les actions sur la physique et la physico-chimie du sol ;
- Les protections des surfaces ;
- La modulation des talus.

Amina Bacha, 2007 s'évertue également dans la proposition des mesures visant à minimiser ces impacts : elle propose l'étanchéisation des fossés, la construction des bassins de traitement des eaux de chaussée, le reboisement, la plantation des abords et aménagements esthétiques.

De nombreux auteurs ont orientés leur analyse sur les axes tels que : les travaux d'aménagements et le milieu naturel, les infrastructures de transport et le milieu naturel et enfin les mesures d'atténuation de ces effets. Ainsi, Dans le cadre de ce travail, trois principaux axes sont développés : la présentation du site avant l'arrivée du projet,

l'identification des incidences dudit projet sur le milieu naturel et enfin la proposition des mesures d'atténuation et de réduction de ces incidences.

## **7. APPROCHE CONCEPTUELLE ET THEORIQUE**

### **7.1. Cadre conceptuel de l'étude**

Comme le soutient Cohen (1970) « la définition des concepts permet de faciliter la communication et de promouvoir un usage commun des termes contenus dans le problème de recherche ». En effet, il s'agit dans cette partie de définir les concepts clés autour du sujet de recherche tout en les opérationnalisant.

#### **7.1.1 Infrastructures**

Si l'on se réfère à son étymologie, une infrastructure est une « construction inférieure » au sens « du dessus ». Il s'agit de la partie enterrée porteuse d'une structure composée d'ouvrage ou d'équipement. A l'origine, le concept d'infrastructure a été utilisé dans le domaine du génie civil, puis dans l'urbanisme. Les infrastructures de transport peuvent être définies comme l'ensemble des installations qui permettent la circulation et l'utilisation des différents moyens de transport. Elles sont spécifiques à chaque mode de transport, et sont conçues pour permettre la circulation de certains types de véhicules, ou d'accueillir certains moyens de transport. Selon le dictionnaire Larousse (2005), l'infrastructure désigne l'ensemble des équipements techniques et matériels. Il peut aussi signifier l'ensemble des ouvrages et des équipements au sol destinés à faciliter le trafic aérien, routier, maritime ou ferroviaire. Au sens large, la notion d'infrastructure associe étroitement les services attachés aux équipements et elle comprend les routes, les autoroutes, les voies ferrées les ports et aéroports, les réseaux de télécommunications, les réseaux nationaux de distribution du gaz, de l'électricité et de l'eau etc... tous les investissements qui développent et facilitent la circulation des personnes et des biens (Barro, 1990). D'après Hirschman (1958), on peut définir les infrastructures comme les biens et les services qui rendent possible l'activité économique. Hansen (1965), distingue les infrastructures économiques dont la caractéristique est de participer au processus productif et les infrastructures sociales, dont la fonction est d'entretenir et de développer le capital humain, les services. Le concept d'infrastructure apparaît abondamment dans les travaux de Karl Marx (1859).

Dans le cadre de ce travail, la notion d'infrastructure renvoie à l'ensemble des aménagements, qui conduisent à l'implantation du tronçon PK0 et PK20 de l'autoroute

Yaoundé-Douala. Il s'agit d'une infrastructure sociale et économique. Le tableau 1 est un schéma conceptuel simplifié du concept d'infrastructure.

**Tableau 1:** schéma conceptuel de l'infrastructure

Concept	Dimensions	Variable	Indicateur
Infrastructure	Environnementale	Écologique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Écosystème traversé</li> <li>- Faune et flore perturbées</li> </ul>
	Physique	Physique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Qualité du matériau (fer, goudron)</li> <li>- Etat de l'infrastructure</li> <li>- Longueur....</li> </ul>
	Socio-économique	Sociale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre de villages désenclavés</li> <li>- Durée du voyage</li> <li>- Nombre de victimes des grands travaux</li> </ul>
		Économique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trafic routier</li> <li>- Coût d'exécution</li> <li>- Flux des personnes et bien</li> <li>- Types d'activités menées le long des voies...</li> </ul>

### 7.1.2. Milieu naturel

D'après Chantal Blanc-Pamard (sd), les géographes physiciens considèrent le milieu naturel comme un système complexe où sont prises en considération les interactions milieu naturel /activités humaines. Par ailleurs, les géographes humains définissent le milieu naturel comme l'ensemble des milieux et ressources physiques et biologiques que sont l'eau, le sol, la végétation, la faune sauvage, le paysage parce qu'ils intègrent l'ensemble de ces éléments mis en forme par l'Homme (Mathieu, 1986).

Le bureau de normalisation du Québec (BNQ), 2003 définit le milieu naturel comme un milieu dans lequel l'environnement paysager, la biodiversité et les processus écologiques n'ont pas été altérés de manière permanente ni à long terme par les activités humaines, qui maintient sa capacité de se régénérer et où la présence humaine ne modifie pas le paysage de manière importante ni ne le domine.

Les sociologues insistent sur la mise en relation et étudient « l'évolution des systèmes sociaux dans leur rapport avec le milieu qui leur sert de support et qu'ils doivent apprendre à

préserver pour se préserver eux-mêmes » (Jolivet, 1978). Le schéma conceptuel du milieu naturel peut être illustré par le tableau 2.

**Tableau 2:**Schéma conceptuel du milieu naturel

Concepts	Dimensions	Variables	Indicateurs
Milieu naturel	Biotique	Faune	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre d'espèces déplacé ;</li> <li>- Nombre d'habitats détruit ;</li> <li>- Nombre d'espèces en voies d'extinction.</li> </ul>
		Flore	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Taux de déforestation</li> <li>- Nombre d'espèces disparues</li> </ul>
	Abiotique	Eau, air, sol relief	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre de cours d'eau déviés</li> <li>- Nombre de remblais (vallées asséchés)</li> <li>- Linéaire de versants creusé et mis en talus</li> <li>- Cas de pollution des sols</li> <li>- Cas de pollution des eaux</li> </ul>

Dans ce travail, il est question d'évaluer la dynamique des différentes composantes du milieu naturel après la construction de l'autoroute Yaoundé-Douala. Cette dynamique du milieu naturel porte sur : la faune, la flore, la végétation, les écoulements de surfaces, la dynamique des versants et des sols.

### 7.1.3. Incidences

L'incidence désigne les conséquences plus ou moins directes sur quelque chose (Petit Larousse, 1992). R BRUNET et al. (1993), le considèrent comme effets, impacts.

Ainsi, les incidences socio-économiques traduisent des conséquences, des effets, des répercussions plus ou moins directs sur la situation sociale et économique des populations d'un espace géographique donné. Les incidences spatiales traduiront alors des marques, des empreintes, des traces, mais aussi des flux et des répartitions engendrés dans un espace géographique donné. Les incidences socioéconomiques du maraichage se traduisent par une amélioration des conditions de vies des populations. Le niveau d'incidence est établi en croisant les niveaux de deux notions :

- L'effet du projet sur la composante ;
- La sensibilité de la composante à l'effet.

La sensibilité exprime le risque que l'on a de perdre tout ou partie de la valeur de l'enjeu. Elle correspond ici au croisement entre le niveau d'enjeu (défini dans l'état initial) et un niveau de risque d'atteinte à l'enjeu. Elle est définie à partir des notions de tolérance et résilience de la composante face à l'effet. Ces notions sont déclinées pour chaque composante lors de la description des effets.

L'**incidence** représente la qualification de l'effet (effet peut être caractérisé de direct/indirect, temporaire/permanent/négatif/positif) sur un enjeu. Elle est donc uniquement définie pour les effets réels comme pour les effets potentiels déterminés du projet. Cette incidence est dépendante du type d'effet (permanent, temporaire) et du niveau de sensibilité de l'enjeu.

## **7.2. Cadre théorique**

La démarche méthodologique de ce travail s'est inspirée de plusieurs théories permettant de vérifier les hypothèses formulées.

### **7.2.1. L'approche systémique :**

Découlant à la fois des travaux développés au cours du XVIII<sup>e</sup> siècle sur les systèmes à l'instar de ceux de Condillac en 1749, de Pareto en 1906 et particulièrement de ceux de Von Bertalanffy dans les années 60, que les bases de l'approche systémique ont été jetées. Et c'est à partir de cette date que cette approche va être développée et vulgarisée au cours des 40 dernières années suivantes, au point de devenir le socle des analyses en sciences humaines et particulièrement en géographie.

Cette approche précise de prendre tout problème en géographie sous le prisme d'un regard multiscalair et multidimensionnel. Cela signifie naturellement et théoriquement que l'approche systémique permet d'associer l'interface naturelle et les actions humaines. (BERTALANFFY, 1968).

Dans l'examen des problématiques géographiques, il peut être aperçu au regard de l'approche systémique que les incidences dans notre zone d'étude est un pur produit des interactions entre le milieu naturel et celui humain.

D'un point de vue pratique, cette approche nous permettra d'analyser les causes et les effets des travaux de construction des infrastructures sur le milieu naturel.

### **7.2.2. La théorie du déterminisme**

C'est une théorie qui fut développée par certains géographes allemands, notamment Carl Ritter (1779-1859) et encore plus par Friedrich Ratzel (1844-1904), le déterminisme dans un sens général est une position philosophique qui considère que tout effet a une cause ou une série de causes identifiables et que la démarche scientifique consiste à chercher ces causes. C'est une théorie de cause à effet : « les mêmes causes produisent les mêmes effets ». Ce postulat affirme la prééminence des éléments comme le relief et les rythmes thermiques et pluviométriques sur l'homme. Cette théorie a le mérite de mettre en évidence le rapport de causalité entre les constructions routières et les effets induits par ces derniers sur le milieu naturel.

### **7.2.4 La théorie du Land System**

La théorie du Land System ou encore la science du Land Change a été définie par Lambin (2001) comme un processus complexe d'évaluation de l'occupation et l'utilisation du sol. Le Land System a pour objectif la compréhension des changements des modes d'occupation et d'utilisation des sols en relation avec le changement global, en s'appuyant sur trois approches : la modélisation spatiale des dynamiques d'usage des sols, la scénarisation et la participation (Veldkamp, A., et Verburg, P. H., 2004). La science du Land Change vise à comprendre la dynamique des changements d'occupation et d'usage des sols, en les considérant comme un système couplé « Hommes – Milieux » afin d'asseoir une théorie, des concepts, des modèles et des applications pertinentes vis-à-vis des problèmes socio-environnementaux Verburg, P. H., et Bouma, J. (1999). Dans le cadre de ce travail, il sera question d'utiliser cette théorie dans le but de comparer les changements observés sur le tronçon avant et pendant la phase de construction.

### **7.2.5. Le modèle de FPEIR (DPSIR)**

Le modèle DPSIR (Driving, Pressures, States, Impacts, Responses ou encore FPEIR : Forces motrices, Pressions, Etats, Impacts, Réponses), est un cadre d'analyse développé par l'agence Européenne de l'Environnement en 1998 dans le but de décrire et comprendre les relations complexes entre activités économiques et environnement ou les interactions entre la société et l'environnement. Ce modèle est un développement du modèle PER (Pression, Etat, Réponse) de l'OCDE (1993) Il définit les relations entre systèmes écologiques en présentant une chaîne de causalité en cinq catégories à une échelle systémique :

- ✓ Les forces motrices sont les causes fondamentales des pressions. Il s'agit des activités humaines tels que : l'agriculture, activités industrielles, rejets, activités de pêche, artificialisation du milieu, les travaux d'infrastructures etc... ;
- ✓ Les pressions sont la traduction des forces motrices et sont à l'origine d'un changement d'état du milieu (l'air, l'eau, le sol, les habitats, les espèces, le terrassement etc.) ;
- ✓ L'état est la description du milieu au travers de la mesure de différents paramètres biologiques, physiques, chimiques, géologiques, hydrologiques, etc. ;
- ✓ Les impacts correspondent aux changements d'états à cause des Pressions ;
- ✓ Les réponses sont les actions correctrices prises pour limiter les impacts.

Le Modèle DPSIR s'adapte bien à notre étude dans la mesure où, les travaux de constructions des infrastructures routiers entraînent de nombreux dégâts sur le milieu naturel et socio-économique environnant et dont les mesures correctives doivent être adoptées pour mitiger ces dégâts.

#### **7.2.6. Modèle LCM (Land Change Modeler) : LULCC**

Le LCM est un modèle intégré pour l'analyse, la prédiction du changement de l'occupation des sols et l'évaluation des implications sur l'environnement (Eastman, 2006 et al, 2009). La modélisation à l'aide du LCM nécessite principalement deux cartes de l'occupation des sols correspondant à deux dates différentes (temps-1 et temps-2). Ces cartes sont utilisées comme les données d'entrées pour l'analyse du changement de l'occupation des sols. Celle-ci permet de comprendre les gains, les pertes et les zones de transition des différentes catégories de l'occupation du sol. Elle permet également de quantifier les changements survenus du temps- 1 au temps-2(Tewolde et Cabral, 2011). Le modèle LCM permet de prédire l'évolution de l'occupation du sol avec une, deux ou plusieurs catégories à la fois sur la base de transitions potentielles. Ce modèle propose deux modes de changement prédiction : dure et douce. Une prédiction dure est un engagement à un scénario spécifique. Le résultat est une carte prédictive de l'occupation du sol avec les mêmes catégories qu'entrée. En revanche, une prédiction douce est une application continue de la vulnérabilité au changement. Elle indique le degré auquel les zones ont les bonnes conditions pour le changement (Eastman, 2006).

La théorie du LULCC servira à la perception et analyse des modifications des occupations du sol induite par les travaux d'infrastructure ; surtout sur l'environnement biologique (forêt).

## **8. OBJECTIFS DE RECHERCHE**

### **8.1. Objectif général**

- Déterminer les incidences de la construction du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala sur la dynamique des milieux.

### **8.2. Objectifs spécifiques**

- Faire un état des lieux du milieu naturel avant le début des travaux ;
- Evaluer la dynamique des milieux naturels induite par la construction de l'autoroute Yaoundé-Douala ;
- Suggérer les mesures d'atténuation des incidences relevées.

## **9.HYPOTHESE DE RECHERCHE**

### **9.1. Hypothèse principale**

La construction du tronçon PK0-PK20 a une incidence significative sur la dynamique des milieux naturels.

### **9.2. Hypothèses secondaires**

- La zone d'étude présentait une diversité physique et biologique riche avant le démarrage des travaux de construction du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala ;
- Les travaux de construction de l'autoroute Yaoundé-Douala ont générés des incidences significatives sur les milieux naturels autour du tronçon PK0-PK20 ;
- Des mesures d'atténuation sont mises en œuvre afin de réduire les incidences de la construction de ce tronçon sur les milieux naturels environnants.

## **10. METHODOLOGIE**

Ce travail a été réalisé en plusieurs étapes et à chaque niveau, une méthode spécifique a été utilisée pour chaque élément de l'environnement, ceci dans l'optique de toucher toutes les composantes de l'environnement affectées. La principale méthode adoptée au cours de cette recherche est basée sur l'observation directe. Deux catégories de données ont permis

l'élaboration de ce travail de recherche : il s'agit des données de sources primaires et secondaires. Les différentes étapes de la réalisation de ce travail de recherche porte sur : la collecte, le traitement et l'analyse des données, et l'interprétation des résultats.

### **10.1. La collecte des données**

Deux types de données ont été collectés, notamment les données de sources secondaires et primaires :

#### **10.1.1. La collecte des données de sources secondaires**

La collectées données de sources secondaires peut encore être considérée comme la recherche documentaire. Cette étape a consisté en une intense collecte des données tant numériques que physiques sur les effets de la construction des infrastructures sur la dynamique des milieux naturels, ceci à travers la consultation des livres, articles, thèses, mémoires, rapports. Traitant des thèmes ou des sujets de recherches similaires.

Concernant les documents numériques, l'exploitation des articles scientifiques disponibles sur internet a été très édifiante. Ces documents sont souvent logés dans des sites spécialisés ; certains sont payants et d'autres gratuits. Pour y accéder, on fait recours aux navigateurs à l'instar de Mozilla Firefox, Opera, Internet Explorer, Chrome ; Google Scholar apparait comme le moteur de recherche académique le plus convoité, à cause de son accessibilité. Cette étape tire son utilité dans ce contexte dans la mesure où elle nous a permis de revisiter les travaux antérieurs ayant abordé la même problématique.

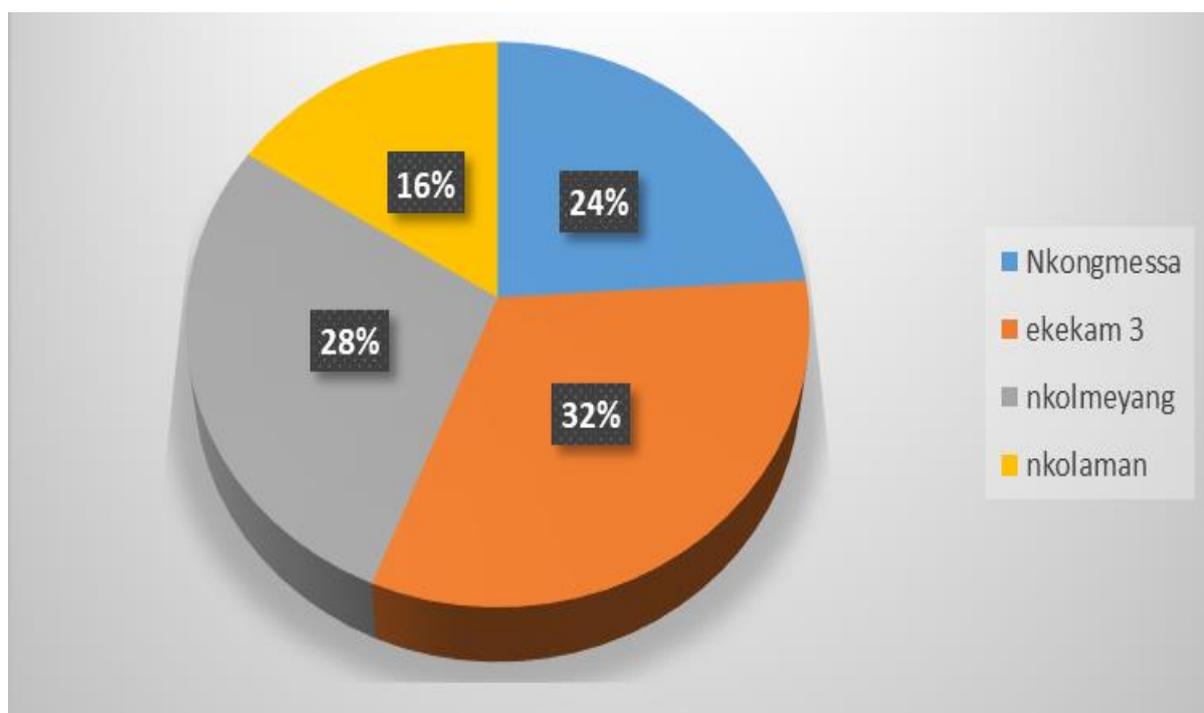
Quant aux documents physiques, les données telles que les rapports des projets de suivies évaluations et d'études d'impacts ont été collectés dans des bureaux d'études (Ere Développement, ECTA BTP). Les mémoires et les thèses se rapprochant de la thématique qui fait l'objet de cette recherche ont été acquis dans les bibliothèques du Département de Géographie et des sciences de la terre, de l'Ecole Normale Supérieure de l'Université de Yaoundé I, de l'école Nationale Supérieure des Travaux Publics, et du CRESAT FORÊT-BOIS, la bibliothèque du département de géologie de l'Université de Yaoundé I.

La revue de la littérature existante a ainsi permis de rassembler le maximum d'information relatives à l'état initial des milieux récepteurs (situations géographique et hydrologique, végétation, faune, contexte socioéconomique, populations, paysage).

## 10.1.2. Collecte des données de sources primaires

### 10.1.2.1. Les enquêtes par questionnaires et les interviews

Afin d'appréhender les différents types d'écosystèmes présents dans la zone d'étude, ainsi que ses composantes biologiques, les enquêtes ont été menées dans certains villages traversés par le tronçon d'étude. Le critère de sélection de ces villages était leur position par rapport au tracé de l'autoroute. A cet effet, quatre villages ont été choisis (Nkongmessa, ékekam, nkolmeyang, nkolaman) pour l'administration des questionnaires : dont deux proches de l'autoroute et deux éloignés de l'autoroute (figure 2).



**Figure 2:** Pourcentage de populations enquêtées par village dans la zone du projet (Source : Ymelon 2021).

Les interviews et les enquêtes ont été menés auprès des populations locales parmi lesquelles les autorités traditionnelles, les chasseurs locaux, les cultivateurs. Ainsi, le

pourcentage des populations enquêté dans ces différents villages est présenté tel que : 16% à Nkolaman, 24% à nkongmessa, 28% à Nkolmeyang et 32 % àEkekam III. Ces données ainsi recueillies ont permis d'avoir des indices sur la faune présente avant l'implantation du tronçon PK0-PK20, sur les effets des produits utilisés lors de l'explosion des rochers sur la biodiversité faunique et floristique.

#### **10.1.2.2. L'observation directe**

La première descente sur le terrain a eu pour but de délimiter spatialement la zone d'étude. C'est-à-dire observer et 'tracker' à l'aide d'un GPS le tronçon sur lequel le milieu naturel avait le plus été affecté. Ensuite de multiples autres descentes se sont suivies pour localiser les endroits où les cours d'eaux ont été déviés, les zones de remblais. Afin d'identifier et d'évaluer le niveau de modification de chacune des composantes du milieu naturel autour du tronçon PK0-PK20. C'est également pendant cette phase de terrain que les différentes prises de vues des espaces occupés par la forêt, les cours d'eaux qui traversent la zone, les zones agricoles et d'érosion etc., ont été effectuées à l'aide d'un smartphone afin de présenter les exemples concrets qui illustrent les différentes atteintes au milieu naturel.

**Planche Photo 1: Zones modifiées par le projet**



**Source : (Ymelon 2020)**

- A : pollution des cours d'eaux ;
- B et F : modification du paysage par les matériaux de remblais (B) et déblais ;
- C : déviation des cours d'eaux ;
- D : déforestation par les riverains pour installation des plantations ;
- E : sols dénudés (zone de déblais).

#### **10.1.2.2.1. La Collecte des données sur la dynamique des sols**

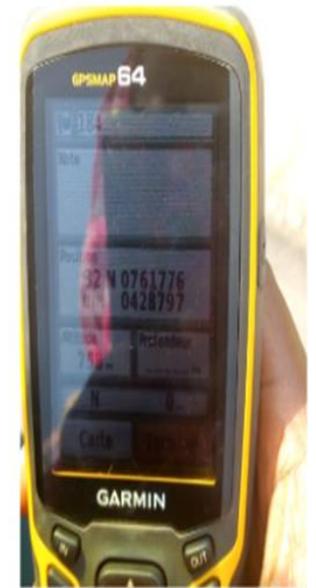
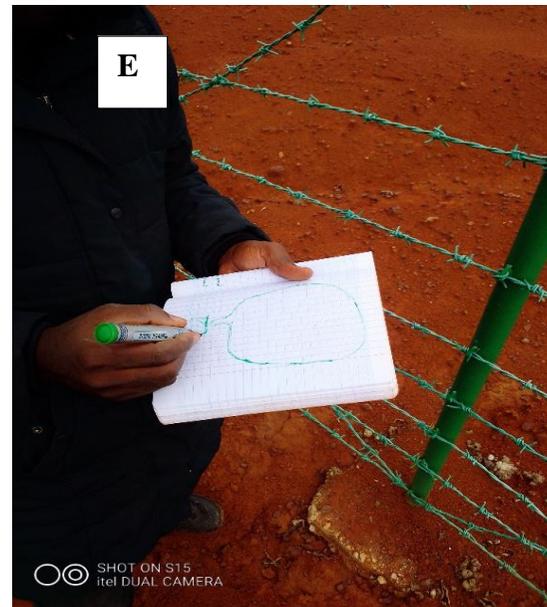
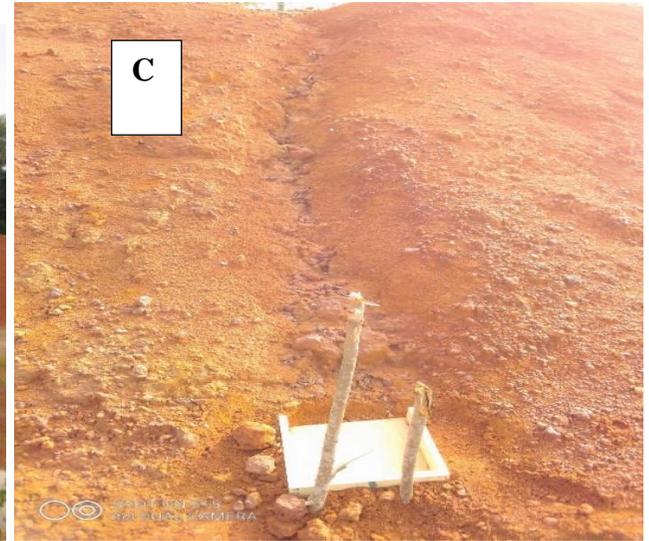
Généralement, le sol est considéré à la fois comme une surface, un support et une matière meuble où poussent les plantes et où se déroulent diverses fonctions utiles à l'environnement. Le sol n'est qu'une minuscule couche superficielle et meuble de l'écorce terrestre qui permet la vie. De manière spécifique, le sol est un milieu complexe et hétérogène, car il est non seulement composé de minéraux issus de l'altération des roches et de matières organiques résultant de la décomposition de plantes, mais aussi d'eau, d'air et de milliers d'organismes vivants. En résumé, le sol n'est pas simplement une surface, c'est un volume habité, fonctionnel et structuré.

Ainsi, plusieurs descentes sur le terrain ont été faites dans l'optique de collecter les données sur le sol. A cet effet, deux types de données ont été collectées : il s'agit des données sur les volumes des alluvions lessivées et celles sur le profil pédologique.

**a. La Collecte des données sur les alluvions lessivées** : ces données ont été utiles pour évaluer le niveau d'érodabilité des sols sur le tronçon étudié. Elle a été effectuée à des intervalles de temps réguliers (sept jours) :

- ❖ Jour 1 : la collecte s'est déroulée en plusieurs étapes dont la première a consisté à l'identification des différents sites d'intérêts. La deuxième au creusage et à l'installation au niveau des exutoires des quadras préalablement fabriqués avec des dimensions de 1m<sup>2</sup>. La troisième étape a été dédiée à la définition des distances (longueur, largeur) du mini Bassin versant à l'aide d'un décimètre.

**Planche Photo 2: Etape et matériels utilisés pour la collecte des alluvions lessivés**



Source : (Ymelon 2021)

A : localisation du site (zone d'emprunt) ;

B : localisation du site (zone de dépôt) ;

C : installation du dispositif permettant de comparer les taux d'érosion ;

D : dimensionnement du mini bassin versant ;

E : schématisation du mini bassin versant ;

F : matériels utilisés.

- ❖ Jour 2 → jours 4 la collecte s'est également déroulée en plusieurs phases : la première a consisté au prélèvement des alluvions stockées dans les quadras, la deuxième en l'emballage et l'étiquetage, la troisième a été celle du pesage et transport. La quatrième celle du séchage et la cinquième étape sera celle du pesage après séchage.

Les photos A, B, C, D présentent quelques étapes de prélèvement des échantillons à partir du deuxième jour.

A : extraction du dispositif ;

B : emballage des sédiments ;

C : pesage des alluvions ;

D : réinstallation du dispositif pour le prochain jour d'observation.

**Planche Photo 3:**Collecte des échantillons des sédiments piégés.



Source : Ymelon 2021

Les outils utilisés lors de ce prélèvement ainsi que leurs fonctionnalités sont présentés dans le tableau4.

**Tableau 3:**Outils utilisés lors du prélèvement des échantillons du sol

Outils	Usages
Machette	Dégager la végétation aux alentours du site.
Quadras	Réservoir et Stockage des alluvions lessivés
Truelle	Prélèvement des matériaux
Balance	Pesage de l'échantillon collecté à l'état brut et après séchage
Sacs plastique, marqueur, scotch adhésif	Emballage et étiquetage
Paire de gang	Protection des mains
Mètre et décamètre	Mesure des distances du mini bassin versant
Récepteur GPS	Localisation du site
Fiche de collecte	Inscription des informations collectées et schématisation du bassin versant

Source : Ymelon 2021

#### 10.1.2.2.2. Collecte des données sur la structure de sols

Trois sites d'étude ont été choisis en fonction de leurs accessibilités et leurs morphologies. En effet avant le travail de description proprement dit, une prospection a été faite en forêt et aux alentours de l'autoroute afin d'identifier des talus ou des tranchées routiers exposés et accessibles. De plus, il était question d'identifier un site témoin et des sites qui auraient pu être influencés par la construction de l'autoroute. Dans le cadre de ce travail il a été observé et décrit une tranchée routière ou zone de déblai (site 1) et deux talus dont un proche de l'autoroute, qui est une zone de remblai et l'autre en forêt qu'on a considéré comme une zone d'influence indirecte du projet (site témoin). Cette collecte s'est effectuée en plusieurs étapes : la première était le repérage des sites de description et de prélèvement. La deuxième étape était celle du rafraîchissement des différents profils pédologiques qui est une opération qui consiste à racler le talus à l'aide d'une machette afin de mieux observer les limites des différents horizons, la troisième a consisté à la description de l'environnement du profil, ensuite de la litière. Après cette étape, un trou d'environ 15 cm a été creusé pour la description des couches superficielles. La quatrième étape était celle du découpage des pas ou

intervalles de 20cm. La cinquième étape était celle de la description proprement dite. Le tableau 5 présente les outils utilisés pour la collecte des données sur la structure des sols ainsi que leurs fonctionnalités.

**Tableau 4:** Outils utilisés pour la collecte des données sur la structure des sols

Outils	Usages
Décamètre	Mesures du profil pédologique dans l'ensemble
Mètre	Mesures des distances (longueur) de chaque couche de terre
Code Munsell	Déterminer les couleurs de chaque couche.
Pelle et truelle	Creusage et ramassage des différentes couches de terres
Couteau du pédologue	Test de compacité.
Bouteille d'eau	Test de boudin
Sachets plastique, scotch adhésif et marqueur	Emballage et étiquetage des échantillons
Balance	Pesage des échantillons de terres
Récepteur GPS	Localisation du site (latitude, longitude et altitude)
Fiche de collecte des données	Inscription des informations concernant le site de prélèvement.
Appareil photo	Prise de vue témoins

Source : Ymelon 2021

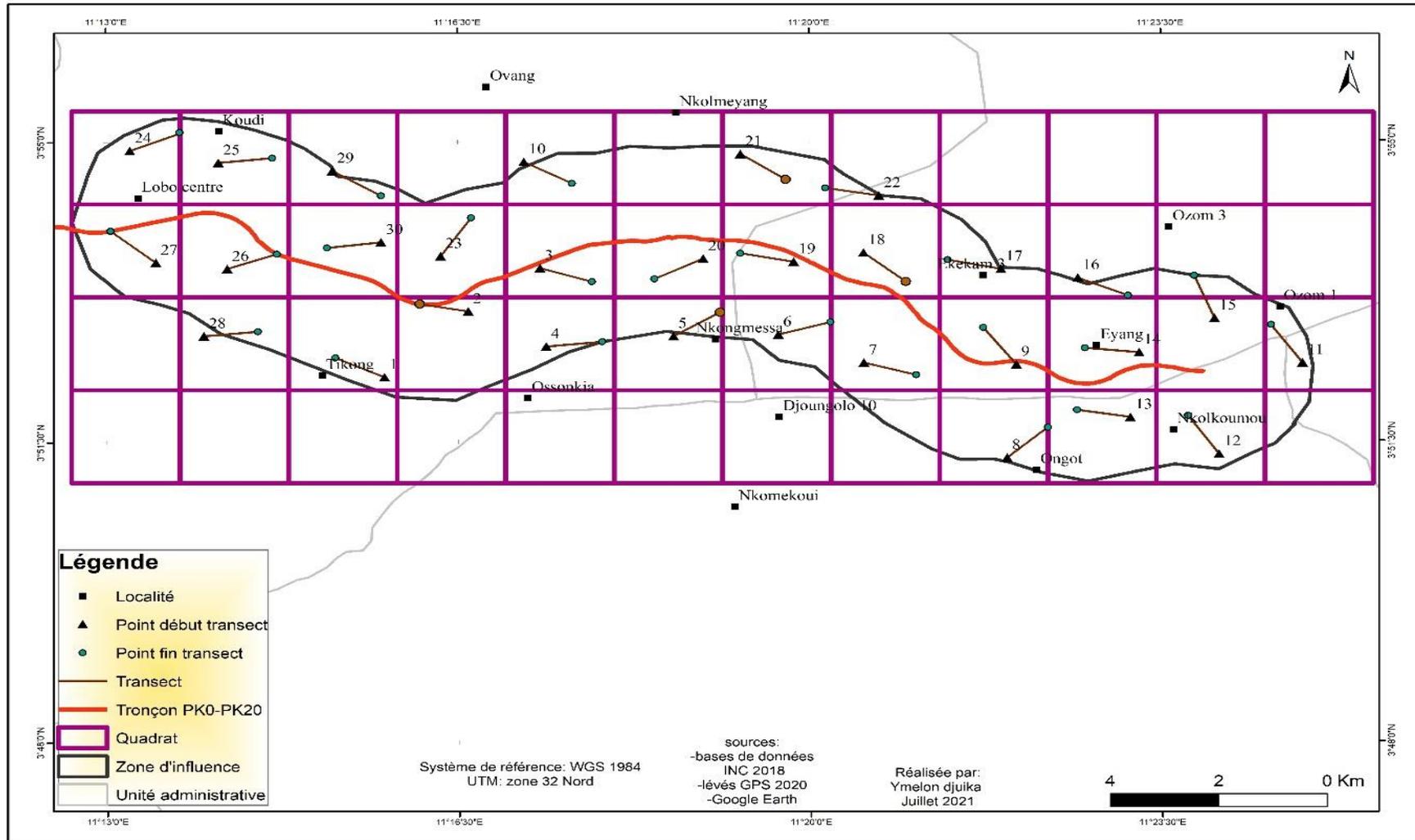
#### 10.1.2.2.2. La Collecte des données sur la flore et la faune :

La méthodologie d'évaluation de la dynamique de la faune du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala s'est effectuée en plusieurs phases. Notamment : (a) la revue de la littérature ; (b) l'analyse de la perception des communautés riveraines, (c) la méthode de comptage direct et indirect sur le terrain à travers des transects.

- **La revue de la littérature** : La revue de la littérature consistait à recenser les travaux qui traitent des inventaires et de la richesse fauniques dans la zone agroécologique forestière du Cameroun, et de l'évolution de la population des espèces fauniques.
- **L'analyse de la perception des communautés riveraines** : elle était effectuée à travers l'administration des questionnaires, portant sur les perceptions de la population riveraine, sur l'évolution de la population de la faune depuis le démarrage des travaux

de construction. Ce questionnaire s'adressait plusieurs cibles ; notamment les chasseurs locaux, les patriarches, populations locales et les chefs de villages etc. cette étape avait pour but de comprendre l'influence des travaux de construction de l'autoroute sur les déplacements ou l'éloignement des animaux, de leurs habitats naturels vers d'autres biotopes ou nouvelles aires de distribution.

- **La méthode de comptage direct et indirect des individus sur le terrain à travers des recès- transects :** La méthodologie d'évaluation de la présence de la faune était celle basée sur une combinaison des recès et des transects linéaires (recès-transects) (White et Edwards, 2000). Ainsi, les inventaires de faune dans les zones forestières se font à travers la méthode des transects linéaires à largeur variable. Cette méthode est la meilleure pour l'estimation des potentialités fauniques dans les zones de forêts tropicales humides (Buckland et al, 1993). Elle permet d'identifier les principales tendances concernant l'abondance, la distribution et les mouvements saisonniers des espèces clés en relations avec la présence et les implantations humaines (White et Edwards, 2000). Les transects à l'intérieur des quadrats étaient disposés de manière aléatoire et orientés de manière qu'ils soient plus ou moins perpendiculaires à la direction des cours d'eau majeurs et des routes principales traversant la zone d'étude (figure 4). Cette technique permet de prendre en compte les différents gradients d'influence créés par ces facteurs sur la distribution des espèces ; et cela offre la possibilité d'augmenter la précision dans les estimations. Plusieurs transects ont été choisis et ont été repartis de telle sorte que certains soient placés dans des zones proches de l'autoroute (zone impactée par l'autoroute) et d'autres en zone de forêt (zone intacte). La figure 3 présente le plan de sondage qui a été adopté pour la réalisation de l'étude.



**Figure 3:** Plan de sondage des transects.

(Réalisation : Ymelon 2021)

La figure 8 montre la disposition des quadrats et transects dans la zone d'étude.

La pratique a consisté, pour l'observation, à évoluer sur une ligne de longueur déterminée les indices de présence des animaux. En effet, les comptages sur le terrain ont visé à évaluer le comportement de la faune face à la construction de l'autoroute. Ils se sont effectués en plusieurs étapes : la première était l'ouverture des transects. En effet, cette étape a consisté à dégager légèrement la végétation à l'aide des machettes sans pour autant perturber l'habitat de la faune. La deuxième étape consistait à placer les quadrats de 1kmx1km de part et d'autre le long du tronçon PK0-PK20, à partir d'un kilomètre du goudron en allant vers la forêt. La troisième étape nécessitait à faire des marches de reconnaissance (recès) en identifiant et collectant des données basées sur des observations indirectes des indices de présence de la faune (empreintes, crottes, nids, épines, cris, reste d'aliments, pistes etc...) Et des activités anthropiques (traces de braconnage, élevage, pêche etc...) et directes (spécimens vus ou entendus) sur les transects de 1 km prédéfinis. La quatrième étape était celle de la collecte des données à l'aide d'une fiche de collecte préétablie. Les coordonnées GPS ont été prises au début et à la fin des transects, il en est de même pour les prises de vue témoin.

Les échantillons collectés ont permis de comparer l'abondance de la faune au niveau de la zone proche de l'autoroute et dans la forêt profonde et d'estimer les écarts d'abondance entre ces milieux. Les données ont été collectées avec l'aide d'un expert des eaux et forêts, d'un chasseur local, et d'un guide. Le tableau 6 présente un récapitulatif des matériels utilisés pour la collecte des données sur la faune et leurs fonctionnalités.

**Tableau 5:** Matériels utilisés lors de la collecte des données sur faune et la flore

Outils	Usages
Machette	Pistage
Décamètre	Mesurage de la longueur du transect
Ficelle	Délimitation du transect linéaire
Fiche de collecte	Collecte des informations utiles
GPS	Localisation
Carte	Localisation des différents quadrats et transects linéaires
Appareil photo	Prise de vue des échantillons témoins

Source : Ymelon 2021

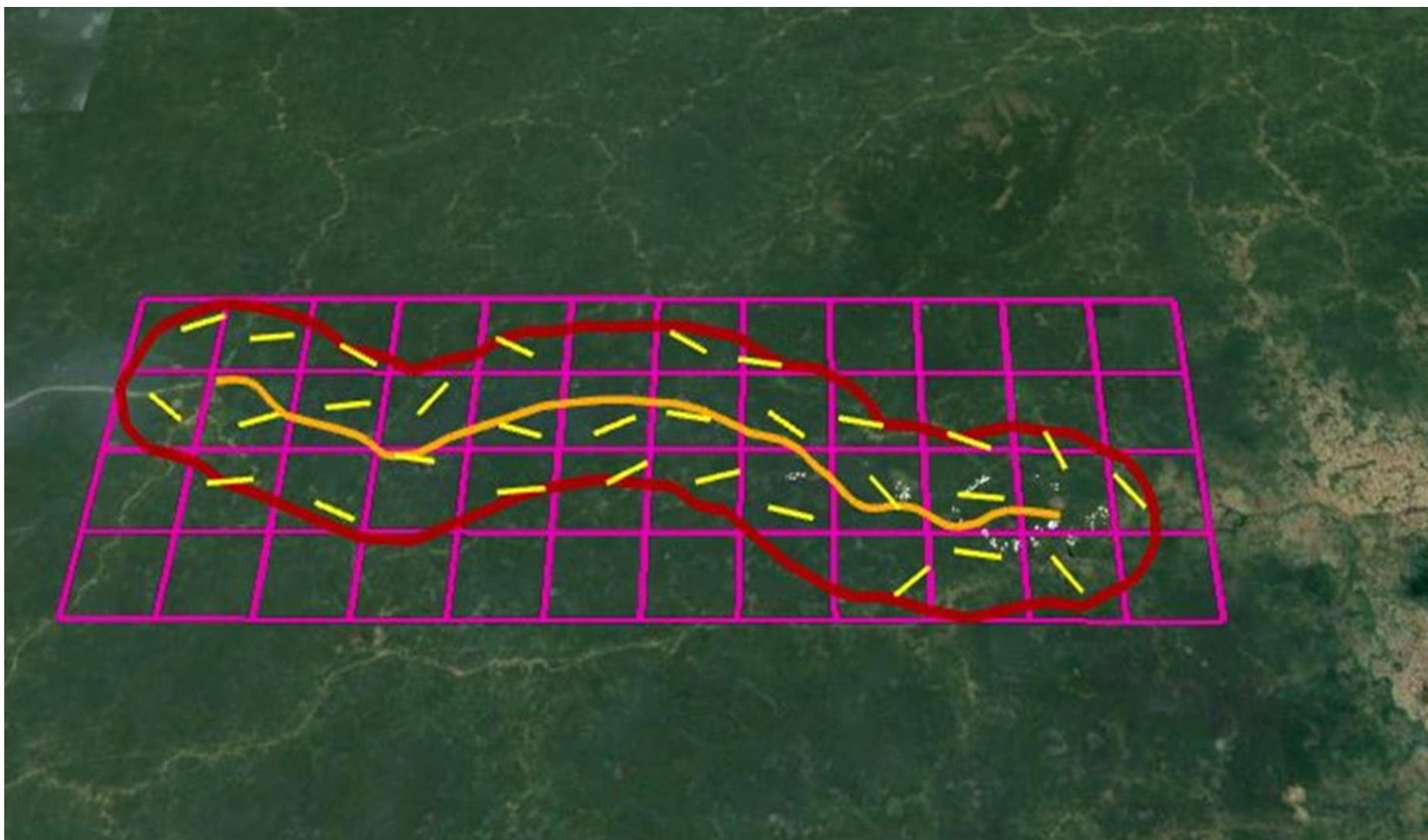
Ce travail de comptage a été fait à travers une fiche récapitulative qui a servi de situation de référence des animaux présents dans la zone avant le passage de l'autoroute.

Cette grille/fiche a été conçue à partir du rapport d'étude d'impact environnemental et social du projet de l'autoroute Yaoundé-Douala (phase1) du 20-08-2013 présenté par la China First HighwayEngineering CO(FHEC).

#### **10.1.2.2.4. La Collecte des données sur la distribution des espèces floristiques**

Elle était basée sur la collecte des données sur le terrain à travers les relevés floristiques.

Elle s'est faite à l'aide des transects linéaires. Le choix des transects linéaires a été fait en projetant les quadrats sur Google Earth afin de visualiser et de vérifier si la zone traversée n'est pas constituée d'habitations (figure 4).



**Figure 4:** Projection des quadras sur Google Earth,

Source :Ymelon 2021

#### 10.1.2.2.5. La Collecte des données sur les écoulements de surfaces

Pour étudier la dynamique des écoulements de surfaces, la méthodologie employée était l'analyse géo spatiale et l'observation sur le terrain. Il était question de superposer les bases données hydrologique de l'année 2012 sur la zone d'étude dans un logiciel SIG, ensuite utiliser les images openstreet maps téléchargeables sur Quantum GIS afin d'analyser les différents changements observés sur ces deux images. L'image ASTER-DEM téléchargée gratuitement sur le site <http://earthexplorer.usgs.gov/>, avec une résolution de 30m a permis d'élaborer la carte topographique à partir de laquelle le sens d'écoulement des cours d'eau a été ressorti, y compris la carte des différents bassins versants de la zone d'étude afin d'avoir une approche systémique de tous les objets et les impacts individuels. L'outil Arc hydro du logiciel Arcgis 10.8 a permis de délimiter les différents sous bassins dans le but de catégoriser et hiérarchiser les cours d'eau, et de voir l'importance de chacun de ces cours d'eau dans l'espace. Il est également judicieux de noter que les caractéristiques physiques d'un bassin versant ont des effets sur l'écoulement des eaux.

- Le bassin versant représente en principe l'unité géographique sur laquelle se base l'analyse du cycle hydrologique et de ses effets ;
- L'exutoire d'un bassin est le point le plus en aval du réseau hydrographique par lequel passent toutes les eaux de ruissellement drainées par le bassin ;
- La ligne de crête d'un bassin versant est la ligne de partage des eaux. La ligne ainsi définie, limite les bassins versants topographiques adjacents.

Pour délimiter un bassin versant il a fallu d'abord l'identifier : lorsqu'il s'agissait d'un bassin qui rassemble plusieurs sous bassins il fallait procéder à leur dénombrement pour mieux circonscrire le bassin versant général.

Sur le terrain il a été question de repérer les endroits où les cours d'eaux ont été déviés, où les vallées ont été enterrées par les déblais et de prendre leur coordonnées GPS, les photographier et enfin se renseigner auprès de la population locale sur les noms des différents cours d'eau.

Cours d'eau qui ont subi les modifications et collecter des informations sur les conséquences engendrées par ces modifications.

#### 10.1.2.2.6. La Collectes des données acoustiques

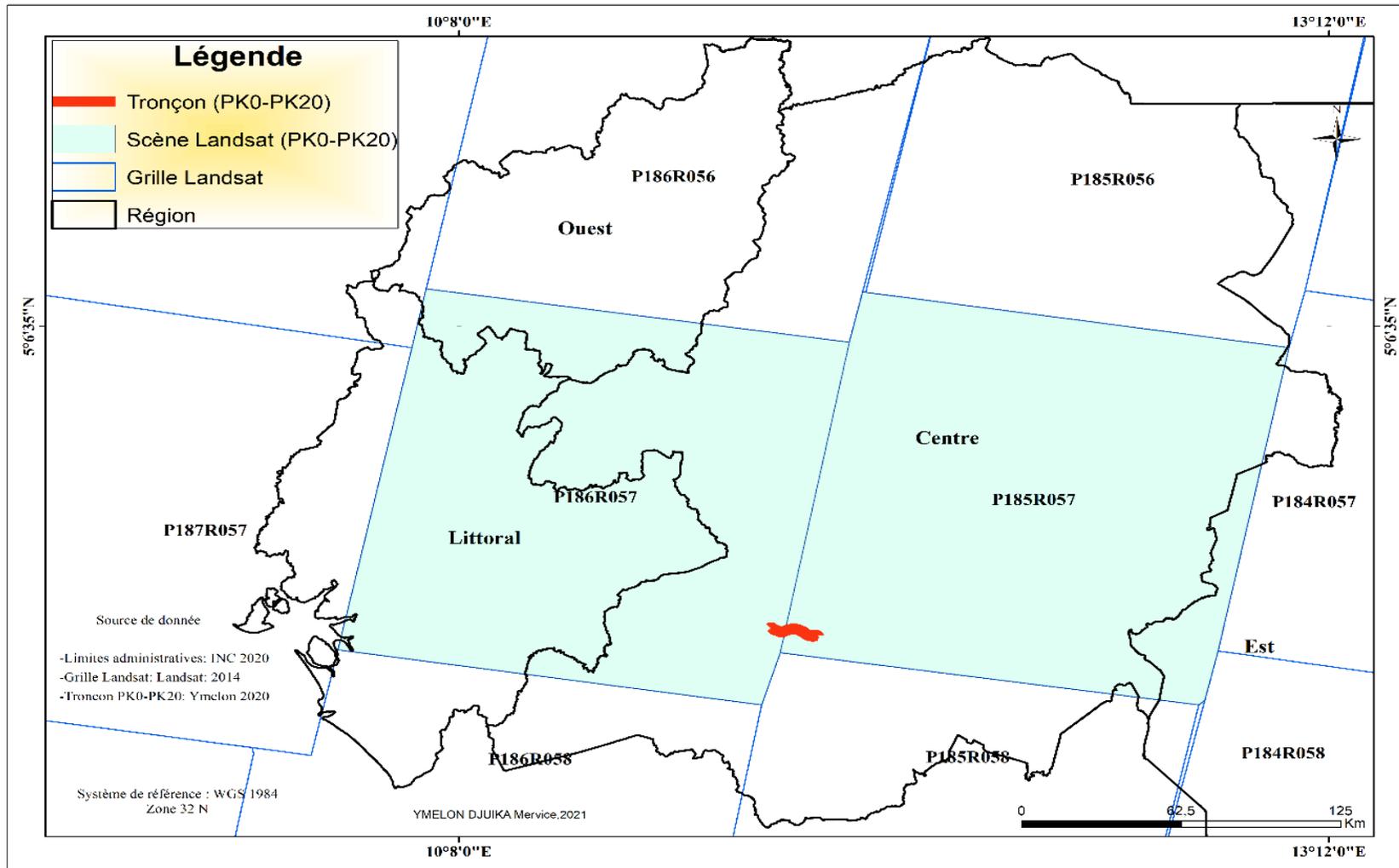
Les données sur le son ont été collectées à l'aide d'un sonomètre. Elles ont été prises à deux endroits : l'une à l'intérieur de la forêt (éloigné de la route) et l'autre très près de l'autoroute. Les informations relevées à chaque fois étaient les suivantes : le bruit maximal, le bruit moyen et le bruit minimal. La figure 5 présente les paramètres collectés à chaque fois sur l'interface d'un sonomètre.



**Figure 5:** Interface du sonomètre de collecte des données acoustiques sur un site éloigné de l'autoroute (Ymelon 2021)

#### 10.1.2.2.7. La collecte des données géo spatiales

Une analyse des données géo spatiale a été réalisée en exploitant les images satellitaires. Le tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala est traversé par les scènes Landsat P185R057 et P186R057 (figure 6).



**Figure 6:** Scènes landsat traversées par le tronçon PK0-PK20

(Réalise

par

Ymelon

2022)

Les images satellitaires des années 2011, 2014 et 2020 ont été utilisées pour l'analyse de la dynamique de l'occupation du sol. Ce choix s'explique par le fait que: l'année 2011 précède le démarrage des travaux de construction du tronçon PK0-PK20, l'année 2014 représente le début des travaux de terrassement (date de transition entre la période avant et celle après la construction) et l'année 2020 la date à laquelle les travaux de construction sont presque achevés (les changements sont bien visibles). A cet effet, les images analysées sont issues des capteurs du satellite Landsat. Le choix des images landsat a été fait pour les raisons suivantes : (i) les données des satellites Landsat sont accessibles gratuitement et sans licence d'utilisation par leur propriétaire L'USGS (US Geological Survey), (ii) elles sont parmi les plus utilisés pour l'analyse de la dynamique du couvert végétal. (Rocchini et al, 2013).

L'évaluation de la dynamique sur la flore et la végétation a été scrutée tout d'abord lors des transects-recès à travers l'analyse des paramètres écologiques : la distribution des espèces floristiques par classes de diamètres et par classes de hauteurs enfin de comparer les sites proches de l'autoroute et ceux éloignés de l'autoroute.

## **10.2. Le Traitement des données**

### **10.2.1. La Technique de traitement des données sur les sols :**

Les principales données collectées lors de la description sur le terrain étaient : la couleur, le contenu racinaire, la texture, la structure, la consistance, la profondeur du profil.

- La couleur : La couleur du sol est généralement imputée aux matériaux qui le constituent ;
- Elle est déterminée de façon précise par comparaison visuelle à la gamme des couleurs de la charte Munsell. On recherche la correspondance de la couleur sur le code Munsell en faisant défiler cet échantillon sur les plaques colorées du code (planche photo4) ;
- La présence de l'enracinement : le contenu racinaire traduit l'abondance, la profondeur, l'orientation et le diamètre des racines ;
- La texture : La texture d'un sol traduit la proportion respective de ses constituants selon leur taille. La texture minérale est la proportion des sables, limons et argiles mesurés par l'analyse granulométrique. Elle est appréciée au toucher par différents tests. Une quantité de terre est glissée entre les doigts, la plus ou moins grande richesse en grain dans la main traduit une texture plus ou moins sableuse. La présence des argiles et

limons est déterminée par le façonnement d'un ruban cylindrique à partir d'une petite quantité de sol déposé entre les mains et humidifié. Plus la texture du sol est fine, plus le ruban sera long et mince ;

- La structure : elle désigne le mode d'agencement des particules constitutives d'un sol. C'est également l'expression de l'aspect général des agrégats du sol et surtout de leur forme géométrique. la structure d'un sol est variable et dépend des colloïdes, du taux d'humidité, de la matière organique et de l'activité de la faune.
- La consistance d'un sol englobe les tests de compacité (pénétrromètre effectuée à l'aide d'un couteau), de plasticité (réalisé sur un patron de terre humidifiée en formant des cylindres), de l'adhésivité et de la friabilité.
- La longueur du profil : elle se mesure à l'aide d'un mètre placé verticalement sur le profil.

La planche 4 présente les différentes étapes de la description d'un profil pédologique. De la description de la lisière jusqu'à test de pénétrromètre au couteau.

Planche Photo 4: Etapes de description d'un profil pédologique



Source : Ymelon 2021

- A : description de la litière
- B : rafraichissement du site
- C : mesure de la profondeur du profil
- D : délimitation des intervalles ou pas de lecture
- E : comparaison visuelle des couleurs sur le code Munsell
- F : test de pénétromètre au couteau
- G : test de plasticité sous forme de ruban cylindrique

### **10.2.2. Le Traitement des données sur la faune**

#### **Estimation des densités et des indices kilométriques d'abondance (IKA).**

Les données ont été introduites puis encodées dans le logiciel Microsoft office Excel. Afin de déterminer la distribution spatiale des animaux, l'ensemble des données collectées sur la faune a été réorganisé dans chaque quadrat et le taux de rencontre ou IKA de chaque espèce a été calculé. L'IKA est le rapport entre le nombre total d'observations de chaque signe d'activités recensées (N) le long des transects et la distance parcourue (D en km). Il se calcule pour une espèce ou pour l'ensemble des espèces dans une zone. Effectué régulièrement dans la même zone et dans les mêmes conditions, il est un bon indicateur de la tendance d'évolution des populations animales, car il permet de savoir si la population augmente, diminue ou stagne. Il se calcule par la formule suivante :

$$\text{[Abondance relative : IKA=N/D]}$$

Ces observations ont été géoréférencées à travers le logiciel Arcgis 10.8 afin de ressortir les différentes zones de concentration de la faune. Quatre classes ont été considérées à savoir : très faible (IKA compris entre 0-7), faible (IKA compris entre 3,2 et 4) moyen (IKA compris entre 4 et 6,4) et élevé (IKA compris entre 6,4 et 12,8). Cette méthode est un moyen rapide et pratique pour connaître la distribution spatio-temporelle de la faune quand le nombre d'observations est faible. Le programme Arcview 10.8 a également permis la production des cartes de distribution des espèces animales et des activités humaines.

### **10.3. Le Traitement cartographique**

Les traitements cartographiques ont permis d'avoir un aperçu sur les données à référence spatiale concernant la flore, les écoulements de surface et la topographie du milieu. Ils se sont faits par l'entremise des logiciels tels qu'Arc gis 10.8, Adobe Illustrator CS 6, Google Earth-Pro. Quantum GIS 3.10.2.

### **10.3.1. Le Traitement des données sur les écoulements de surfaces.**

Il a été question à ce niveau de ressortir les profils topographiques, la carte d'inclinaison et la longueur des pentes du tronçon PK0-PK20 à partir des images ASTER DEM des années 2011. Ensuite, à partir de l'extension Openstreet Map de Quantum GIS, le réseau hydrographique de l'année 2021 a été généré. Le but étant de ressortir les cartes du réseau hydrographique à ces deux dates et de repérer les endroits où les cours d'eaux ont été déviés ainsi que les éléments du relief qui ont subi les modifications et ont eu un impact sur les écoulements de surfaces.

### **10.3.2. Le Traitement des données sur l'occupation du sol**

L'occupation du sol ainsi que leurs dynamiques dans le temps ont été cartographiées à partir des images d'archives 2011, 2014 et 2020 disponibles sur la plateforme Google Earth. Il a été question de faire ressortir le bâti, les types de végétation, les sols nus, les routes et le réseau hydrographique, ensuite les superposer afin de voir les modifications du milieu à différentes dates.

### **10.3.3. Le Traitement d'images satellitaires**

Il s'est déroulé en trois phases : le prétraitement, la classification et l'habillage cartographique.

#### **10.3.3.1. La Phase du prétraitement :**

Les images Landsat de l'année 2011 présentaient des imperfections (rayures). Pour cela, un traitement spécial a été nécessaire. Ainsi, ces images (2011) ont subi des corrections (Focal analyst), les bandes ont à cet effet été remplies pour permettre un meilleur résultat, (Photo 1). Ensuite la zone d'étude a été extraite pour rendre le traitement plus rapide et moins lourd (Subset&Chip).

La photo 1 présente les images landsat avant et après la correction des rayures.

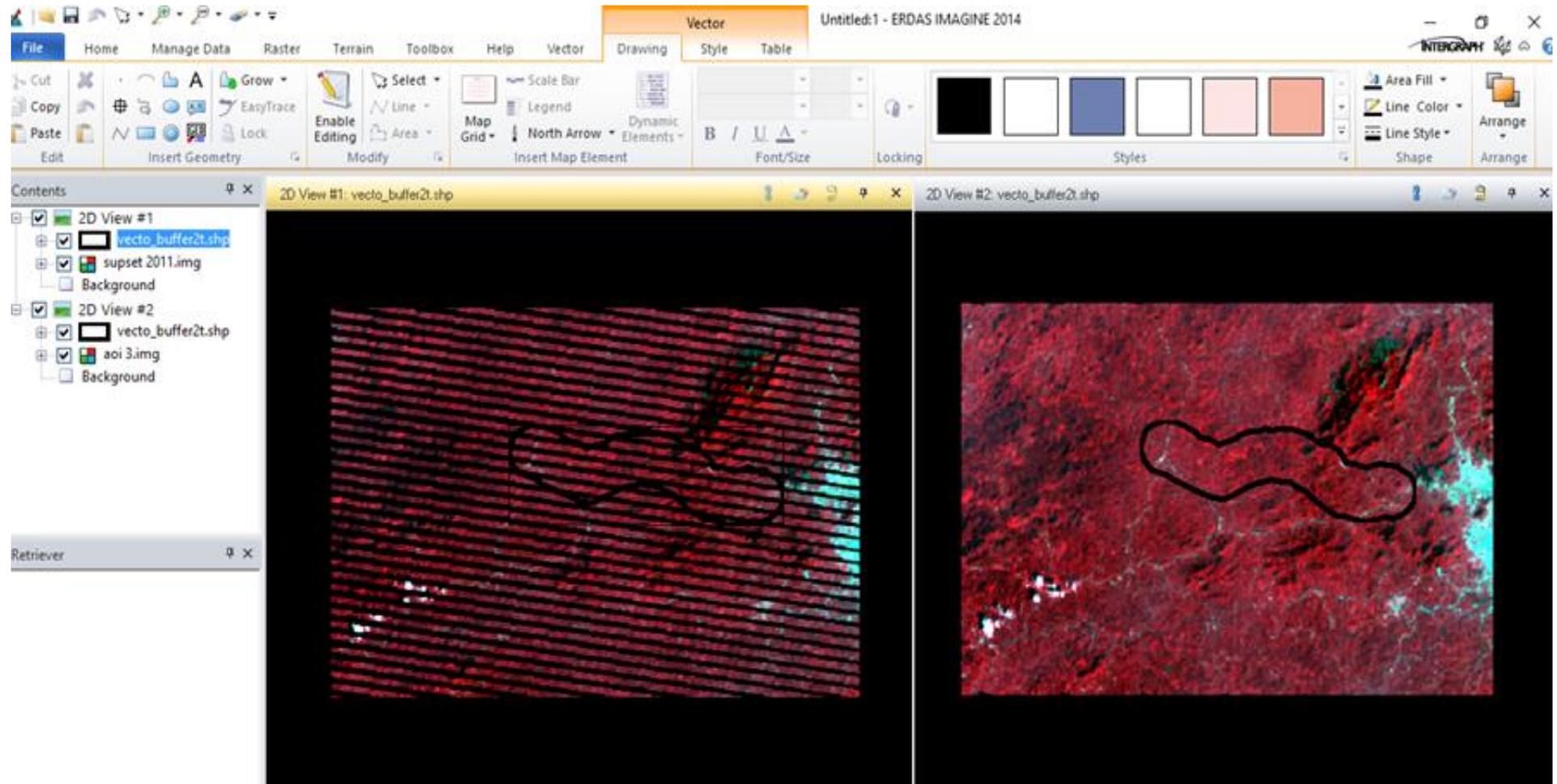


Image de 2011 avant correction des rayures

Image de 2011 après correction des rayures

**Photo 1:** images de l'année 2011 avant et après correction des rayures (source Réalisée par Ymelon 2021)

### **10.3.3.2. La Phase de classification**

La méthode retenue pour le traitement dans ce travail est la classification supervisée à cause des regroupements naturels selon les critères statistiques. La combinaison des bandes a permis de ressortir les éléments constitutifs de l'image et de sélectionner les zones d'intérêts. Les différentes classes thématiques ont été déterminées grâce à l'algorithme de maximum de vraisemblance (maximum Likelihood). Le logiciel Google Earth et les investigations sur le terrain ont été utiles pour la vérification des zones d'intérêts sélectionnées afin de produire des données qui se rapprochent le plus de la réalité. Ainsi donc, quatre classes ont été retenues. Il s'agit : (i) le bâti ; (ii) le sol nu ; (iii) le complexe forêt jeune/culture/jachère ; (iv) forêt dense.

### **10.3.3.3. La Phase d'habillage cartographique**

Les images classifiées sont par la suite importées dans le logiciel ArcGIS pour une analyse approfondie des signatures spectrales afin d'obtenir un rapport statistique sur les différentes classes d'occupation du sol et sortir la carte d'occupation du sol.

## **10.4. Les outils d'analyse et d'interprétation**

L'analyse et l'interprétation des données collectées et traitées a nécessité l'utilisation de plusieurs logiciels. Dans le cadre du présent travail, les différents logiciels utilisés sont : ArcGIS 10.8, Quantum GIS 3.10.2, Erdas imagine 2014 ; Google Earth pro, IBM SPSS Statistics 20, Adobe Illustrator CS. Microsoft Excel-Word. Leurs fonctions respectives dans l'exécution de ce travail sont présentées dans le tableau 7.

Google Earth à travers les images d'archives a permis d'analyser les perturbations et déviations des réseaux hydrographiques liées aux terrassements et à la mise en place des infrastructures de l'autoroute.

La carte des bassins versants et des cours d'eau, les modèles numériques de terrain traversant le tronçon, élaborés grâce aux images ASTER-DEM ou SRTM ont permis de comprendre les effets induits des grands travaux d'infrastructures sur l'hydrographie.

**Tableau 6:**Récapitulatif des outils et logiciels utilisés

<b>Logiciels/outils</b>	<b>Utilisations</b>	<b>Résultats</b>
Erdas Imagine 2014	Traitement d'images satellitaires	Evaluation de la dynamique des classes d'occupation du sol.
Google Earth : 2011, 2014, 2020	Vérification des sélections des zones d'intérêts	Evaluation rétrospective et actuelle de la dynamique du milieu naturel
Arc gis 10.2 / Quantum Gis 2.8	-Analyses spatiales : Superposition des couches d'informations diverses.  -Habillages des cartes	Elaboration des cartes thématiques, cartes de synthèse, illustrations graphiques
IBM SPSS Statistics 20	Dépouillement des questionnaires ;  Des enquêtes de terrain	Production des Camemberts, tableaux, analyse des perceptions des populations locales
Adobe Illustrator	Schémas	Production des schémas illustratifs
Microsoft Excel et Word	Textes et tableaux et graphiques	Saisie et organisation des données, illustrations graphiques

**Source:** Ymelon 2021

**Tableau 7 : Tableau synoptique**

<b>Question principale</b>	<b>Objectifs principale</b>	<b>Hypothèses principale</b>	<b>Méthodes</b>
<b>QP :</b> Quelles sont les incidences significatives induites par la construction du tronçon PK0-PK20 de l'Autoroute Yaoundé-Douala sur les milieux naturels.	<b>OP :</b> Analyser les incidences de la construction du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-douala sur la dynamique des milieux	<b>HHP II</b> La construction du tronçon PK0-PK20 a une incidence significative sur la dynamique des milieux naturels	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observation directe sur le terrain</li> <li>- Revue de la littérature</li> </ul>
<b>Questions secondaires :</b>	<b>Objectifs secondaires :</b>	<b>Hypothèse secondaire :</b>	
<b>QS.1 :</b> Quel est l'état des lieux du milieu naturel autour du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala avant la phase des terrassements	<b>OS.1 :</b> Caractériser le milieu naturel avant le début des travaux	<b>HS.1 :</b> La zone d'étude présentait une diversité physique et biologique riche avant le démarrage des travaux de construction du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revue de la littérature</li> <li>- Observation terrain</li> <li>- Entretiens</li> <li>- Questionnaire</li> </ul>
<b>QS.2 :</b> Quelles sont les modifications du milieu naturel induites par la construction du tronçon PK0-PK20 ?	<b>OS.2 :</b> Evaluer la dynamique des milieux naturels induite par la construction de l'autoroute Yaoundé--douala.	<b>HS.2 :</b> -Les travaux de construction de l'autoroute Yaoundé-Douala ont générés des incidences significatives sur les milieux naturels autour du tronçon PK0-PK20.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observation directe</li> <li>- Inventaires floristiques et fauniques (transect-recès)</li> <li>- Interview des populations riveraines et des chasseurs locaux</li> <li>- Traitement d'images satellitaires landsat</li> <li>- Méthode de piège a sédiments</li> <li>- Comparaison au code Munsell</li> <li>- Tests d'hypothèses</li> </ul>
<b>QS.3 :</b> Quelles mesures réalistes qui peuvent être envisagées pour atténuer ces impacts ?	<b>OS.3 :</b> Elaborer les mesures d'atténuation des incidences relevées	<b>HS.3</b> Des mesures d'atténuation peuvent être mises en œuvre afin de réduire les incidences de la construction de ce tronçon sur les milieux naturels environnants	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recherche documentaire</li> <li>- Entretien</li> <li>- Questionnaire</li> </ul>

# **CHAPITRE 1 : LA PRESENTATION DE L'ETAT INITIAL DU MILIEU NATUREL AVANT LE PROJET**

## **INTRODUCTION**

L'évaluation des incidences de la construction du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala sur les milieux naturels environnant commence par une description du site avant le démarrage du projet afin de pouvoir mieux apprécier la dynamique. Dans cette logique, ce chapitre a pour objectif de décrire l'état initial des composantes du milieu abiotique et biotique de la zone d'étude avant le début des travaux de terrassement. Il est construit autour de l'hypothèse selon laquelle La zone d'étude présentait une diversité physique et biologique riche avant le démarrage des travaux de construction du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala. La réflexion s'articule sur plusieurs points : il s'agit dans un premier temps de décrire les composantes du milieu physique ensuite les composantes du milieu biologique.

### **I.1.LE MILIEU PHYSIQUE**

Le milieu naturel physique dans ce chapitre est composé du climat, du relief, les sols, l'hydrographie et les éléments du milieu biologique.

#### **I.1.1. Le contexte Hydro climatique**

##### ***Le climat***

Le climat de la zone est équatorial de type « guinéen ». La température moyenne annuelle est de 25°C, avec une amplitude thermique moyenne annuelle de 2,5°C et une pluviométrie de 1500-2000 mm par an. (FHEC) Ce climat est déterminé par les paramètres de précipitation et de températures recueillies aux services météorologiques de Yaoundé aéroport, (base aérienne) pour une période allant de 1982 à 2016. Il s'agit d'un climat caractérisé par 04 saisons inégalement réparties dans l'espace et le temps.

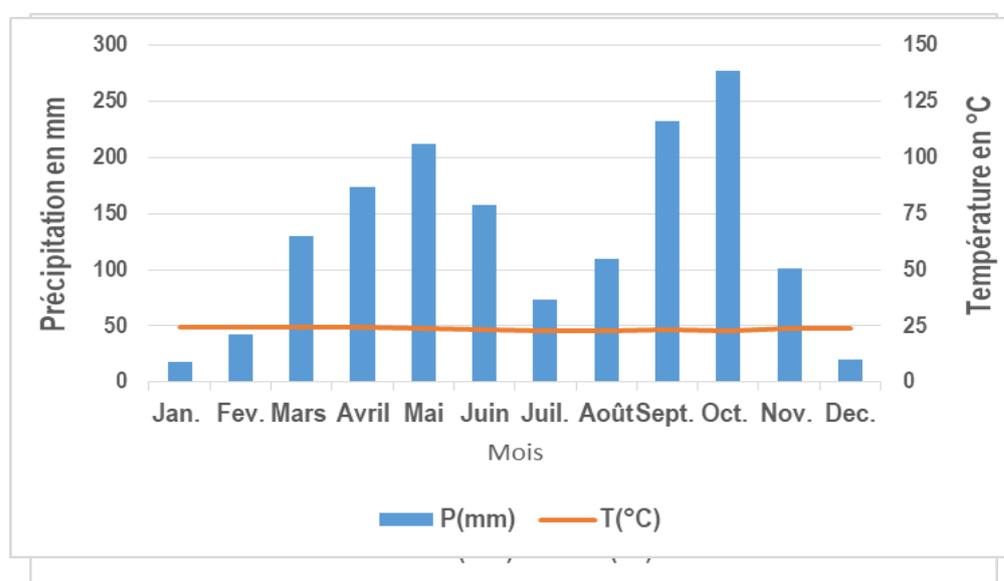
- Une grande saison sèche de Novembre à Février ;
- Une petite saison pluvieuse de Mars à Juin ;
- Une petite saison sèche de Juin à Août ;



T (°C)	24,5	24,5	24,6	24,3	24,1	23,3	22,8	22,6	23,1	23	23,6	24	23,7
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	----	------	----	------

*Source : station météorologique de Yaoundé aéroport*

Il ressort du tableau 9 que les mois les plus chauds sont les mois de décembre à avril ( $\pm 24$  °C) tandis qu'août est le mois le moins chaud (22,6 °C). L'amplitude thermique (écart entre la température moyenne mensuelle la plus forte et la température moyenne mensuelle) la plus faible est de 2 °C. Les minimas mensuels sont enregistrés en août-octobre et parfois en avril, pendant la petite saison sèche ou au contraire, pendant le mois des saisons pluvieuses. Les maximas s'observent enfin de saison sèche mais ne dépassent jamais 30 °C. A partir des tableaux 8 et 9 ci-dessus, le diagramme ombrothermique ci-dessous (figure 7) a été construit.



**Figure 7:**diagramme ombrothermique de la ville de Yaoundé pour les périodes de 1982 à 2016 recueillis à la station météorologique de Mvan.

Le diagramme ombrothermique de la ville de Yaoundé (figure 7) illustre parfaitement que les précipitations ont un rythme bimodal, qui oppose deux saisons pluvieuses légèrement décalées par rapport aux équinoxes. La première qui va de mars à juin est plus longue et est moins intense alors que la seconde va d'Août à Novembre. Octobre est le mois le plus pluvieux. Les mois de Mai et d'Octobre présentent des pics élevés alors que les mois de Décembre, Janvier et Février ont une moyenne de précipitation qui se situe autour de 50 mm ; la moyenne annuelle des précipitations est de 1547,9 mm.

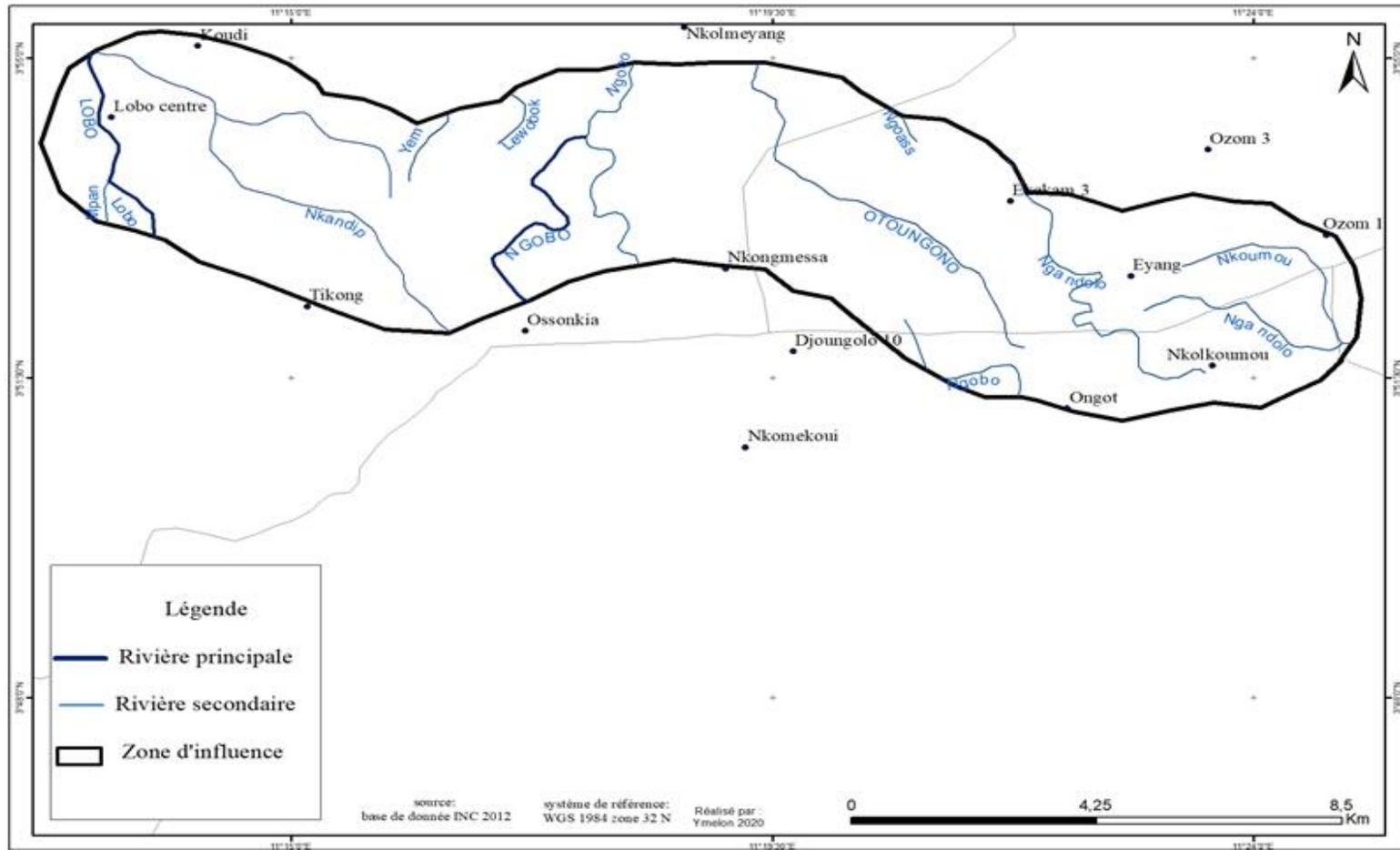
### *L'Hydrographie*

La zone d'étude appartient globalement au bassin de la Sanaga avec plusieurs sous bassin. Elle est arrosée par de nombreux cours d'eau qui renferment une petite richesse halieutique faiblement sollicitée. Parmi ces cours d'eau, les principaux sont : la Lobo, la Ngobo qui sont drainés par leurs affluents (Nga-ndolo, Otoungono, Ngoass, biboula, yem, nkoumou, Nkadip ; lewobock, ossonkia, mpan, fama, ...). Le réseau hydrographique a quelques tendances parallèles car fortement influencé par le relief (figure 8).



**Photo 2:**vue de la rivière Nga  
**Source :** Ymelon 2021

La rivière Nga ndolo est une rivière située dans le village Ekekam 3, a environ 100 m de la chefferie. C'est une grande rivière qui inonde à chaque saison de pluie du à la construction d'un barrage pour le passage des camions et engins de terrassement.



**Figure 8:** Carte du réseau hydrographique de la zone d'étude

Réalisée par Ymelon 2020

Les principaux cours d'eau de la zone d'étude sont la LOBO et la NGOBO avec plusieurs affluents que sont Nkandip, yem, mpan, lewoback, otoungono, ngandolo, nkoumou, ngoass..

## I.1.2. Le cadre morpho pédologique

### *La pédologie*

Yongue Fouateu (1986) dans ses travaux sur les sols de Yaoundé et ses environs montre que le processus de pédogénèse qui domine est la ferralitisation. La zone forestière du Cameroun présente dans son ensemble trois types de sols, à savoir : les sols hydro morphes, les sols ferralitiques et les sols peu évolués. Le site d'étude est constitué des sols hydro morphes, des vertisols et des sols ferralitiques.

- Les sols hydro morphes : ce type est rencontré dans les zones marécageuses et sur les lits des cours d'eau. Ils sont caractérisés par l'occupation pérenne de la nappe phréatique à faible profondeur et par une accumulation de matières organiques peu décomposées au-dessus de l'ensemble argilo-sableux (Bekoa, 1994). Il s'agit également des sols développés dans certains fonds de vallées (bas-fonds). Ils sont très hétérogènes mais toujours riches en matières organiques mal décomposées en surface eu égard à la présence d'une nappe permanente à très faible profondeur. Leur texture est variable et plus souvent limoneuse en surface et sablo-argileuse en profondeur.

L'évolution de ces sols est dominée par l'action d'un excès d'eau concrétisé par un engorgement temporaire ou permanent d'une partie ou de la totalité des horizons :

Sous classe = - sols minéraux : caractérisés par une teneur en matière organique inférieure à 8 % sur une épaisseur de 20 cm ;

Groupes = -sols à Gley dont l'hydromorphie s'exprime par un horizon de Gley à moins de 1,30.m de profondeur dû à une nappe phréatique permanente à faibles oscillations ;

-sols à pseudo-Gley dont l'hydromorphie s'exprime par un horizon à engorgement périodique dû au manque d'infiltration des eaux pluviales ou à une nappe phréatique à battement de forte amplitude(M.VALLERIE, 1973).

- Les sols ferralitiques :

L'altération des minéraux primaires est complète avec possibilité de minéraux hérités tels que l'illite, abondance de quartz résiduel et élimination de la majeure partie des bases et de la silice.

- Sous classe = - sols fortement désaturés caractérisés par une quantité de bases échangeables très faible (1mé/100 g), un degré de saturation très faible (20 %) et un pH très acide (5,3) ;
- sols moyennement désaturés caractérisés par une quantité de bases échangeables faible (1 à 3 mé/100 g), un degré de saturation moyen (20 à 40 %) et un pH acide (5,5) ;
- sols faiblement désaturés caractérisés par une quantité de bases échangeables faible à moyenne (2 à 8 mé/100 g), un degré de saturation élevé (40 à 80 %) et un pH faiblement acide (6).
- Groupes = -sols typiques : le profil très épais est constitué par une succession d'horizons de texture relativement constante sur toute l'épaisseur du sol. Ils ne présentent, de manière accentuée, aucun des processus qui servent à caractériser les groupes suivants.
- sols appauvris : l'horizon A est plus pauvre en argile que l'horizon B sans qu'il y ait accumulation corrélative dans ce dernier horizon qui présente des teneurs homogènes en argile sur de grandes épaisseurs. Il faut noter qu'en cartographie cette définition est la plus souvent appliquée aux deux ou trois mètres supérieurs du sol observables en pratique.

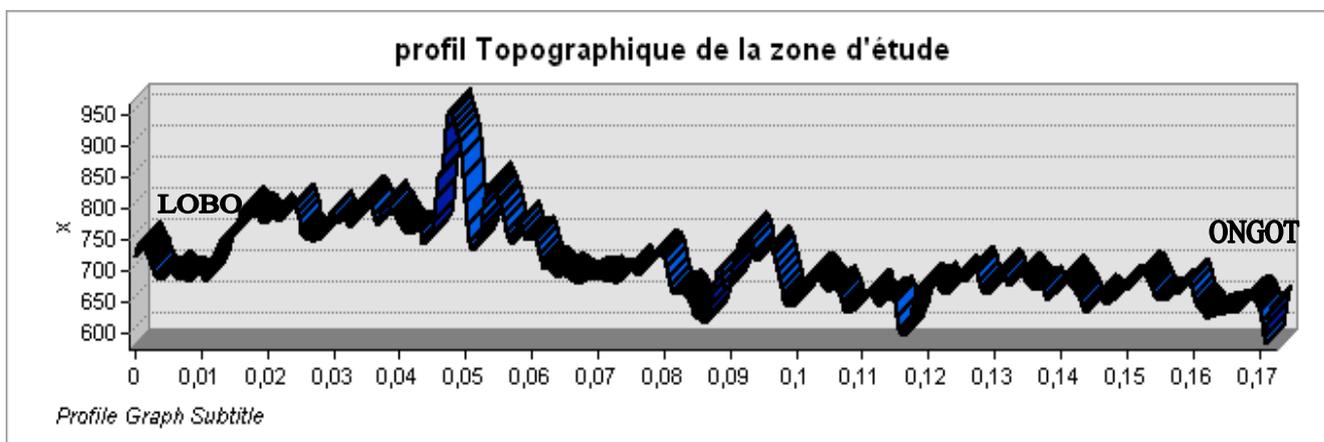
### ***La géologie***

Les études descriptives des unités lithologiques des formations rocheuses du Sud Cameroun (Lassère et Soba, 1976,1979 ; Maurizot et al, 1986) ont mis en évidence un Substratum géologique constitué essentiellement des roches métamorphiques et plutoniques. Du point de vue des formations géologiques rencontrées, on distingue les formations récentes et les formations précambriens.

### ***Le relief***

Le relief de la région de Yaoundé est un plateau dont l'altitude moyenne, comme sur l'ensemble du plateau sud-camerounais, varie entre 650 et 800m (MBAKEMI, 2011). La zone autour du tronçon PK0-PK20 présente un relief de plateau caractérisé par une succession de collines aux sommets aplanis et allongés (figure 9). Ces collines grossièrement circulaires, dominent les vallées de 50 à 100m leurs versants sont généralement convexes avec de fortes

pentés.(SANTOIR, 1992). La monotonie est rompue par endroit par quelques mornes rocheux qui semblent avoir mieux résisté à l'érosion.



### 1.1.3. Les spécifiés du milieu biologique

#### 1.1.3.1. La végétation

Le climat a favorisé dans cette zone au cours des temps, le développement d'une végétation de forêts dense équatoriales toujours vertes mais présentant quelques dégradations par endroits. A côté de ces forêts denses, se trouvent des bas-fonds marécageux à raphia les, à palmiers et autres graminées. Ces formations végétales sont riches en essences commercialisables et en Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL). La flore y est très diversifiée. la végétation traversée par l'autoroute est composite et comprend des espèces appartenant aussi bien aux strates herbacées, arbustives qu'arborées. Parmi les espèces rencontrées, plusieurs sont commerciales et médicinales. Le tableau11 présente quelques espèces floristiques recensées dans la zone du projet.

**Tableau 10:** Listes des espèces floristiques recensées dans la zone

N°	Noms communs	Noms Scientifiques	Familles	Nomslocaux
1	Fraké	<i>Terminaliasuperba</i>	Cesalpiniaceae	Akwam
2	Parassolier	<i>Mussangacecrepioides</i>	Urticaceae	
5	Assilaomam	<i>Assilaomam</i>		Assilaomam
7	Kossipo	<i>Enthandrophramacandolei</i>	Meliaceae	

9	Voacanga	<i>Voacanga africana</i>	Apocynaceae	
10	Abalé	<i>Petersianthus macrocarpum</i>	Lecythidaceae	Essia
14	Corossolier sauvage	<i>Annona muricata</i>	Annonaceae	
15	Bahia	<i>Mitragyna ciliata</i>	Rubiaceae	Abura
16	Dibetou	<i>Lovoatrichilioides</i>	Meliaceae	Dibeton
17	Sapelli	<i>Enthandrophramacylindricum</i>	Meliaceae	Sapelli
18	Dabema	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	Mimosaceae	Atui
20	Iroko	<i>Milicia excelsa</i>	Moraceae	Abang
22	Okoumé	<i>Okoumea klaineana</i>	Burseraceae	Anguma
23	Moabi	<i>Baillonella toxisperma</i>	Sapotaceae	
24	Djansang	<i>Ricinodendron heudelottii</i>	Euphorbiaceae	Essessang
26	Ayous	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	Sterculiaceae	Samba
28	Movingui	<i>Distemonanthus benthamianus</i>	Fabaceae	Cesalpiniaceae
29	Cassia sp.	<i>Cassia</i> sp.	Mimosaceae	

Source : rapport d'étude d'impact du projet FHEC, 2013

La végétation est très diversifiée dans la zone du projet. On distingue deux types de végétation : la forêt plantée ou domestiquée et la forêt naturelle. Parmi les formations forestières nous avons :

- Les forêts denses secondaires vieilles : il s'agit d'une végétation similaire à la forêt primaire. On les retrouve aux PK 13 du tronçon étudié ; elles sont localisées sur les versants de collines difficilement accessibles (photo 3).



**Photo 3:** vue de la forêt dense pk 10 autoroute Yaoundé-Douala

**Source :** Ymelon 2020 PK 10

La photo 3 présente une zone dominée par la forêt dense secondaire non loin du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala.

- Les forêts dégradées : elles sont caractérisées par des canopées ouvertes. On les retrouve sur les zones présentant des traces des perturbations anciennes comme les pistes d'exploitation forestière.

Les forêts ripicoles : elles sont installées le long des rivières comme la Lobo et le Djiel et leurs affluents. Elles sont constituées principalement le Ebap (*Santiria trimera*), *Carapaprocera* (Crabwood d'Afrique) et *Musangacecropioides* (Parasolier). Ces forêts se développent principalement le long des rives des cours d'eau dans les zones accidentées, loin de l'homme. Elles sont plus fréquentes entre les PK7 et PK 17 (Ymelon 2021).

La végétation de bas fond à Raphiales. Ce sont des forêts des bas-fonds drainés ou secs. Elle est caractérisée par la présence de raphia dont *Raphia monbuttorum* et *Raphia hookeri*. Quelques-unes sont localisées aux PK0+200 et PK20 et le long du tronçon sur plus de 2 Km (planche 5).

**Planche Photo 5:** vue de la végétation à raphiale



**Source :** cliché Ymelon 2021

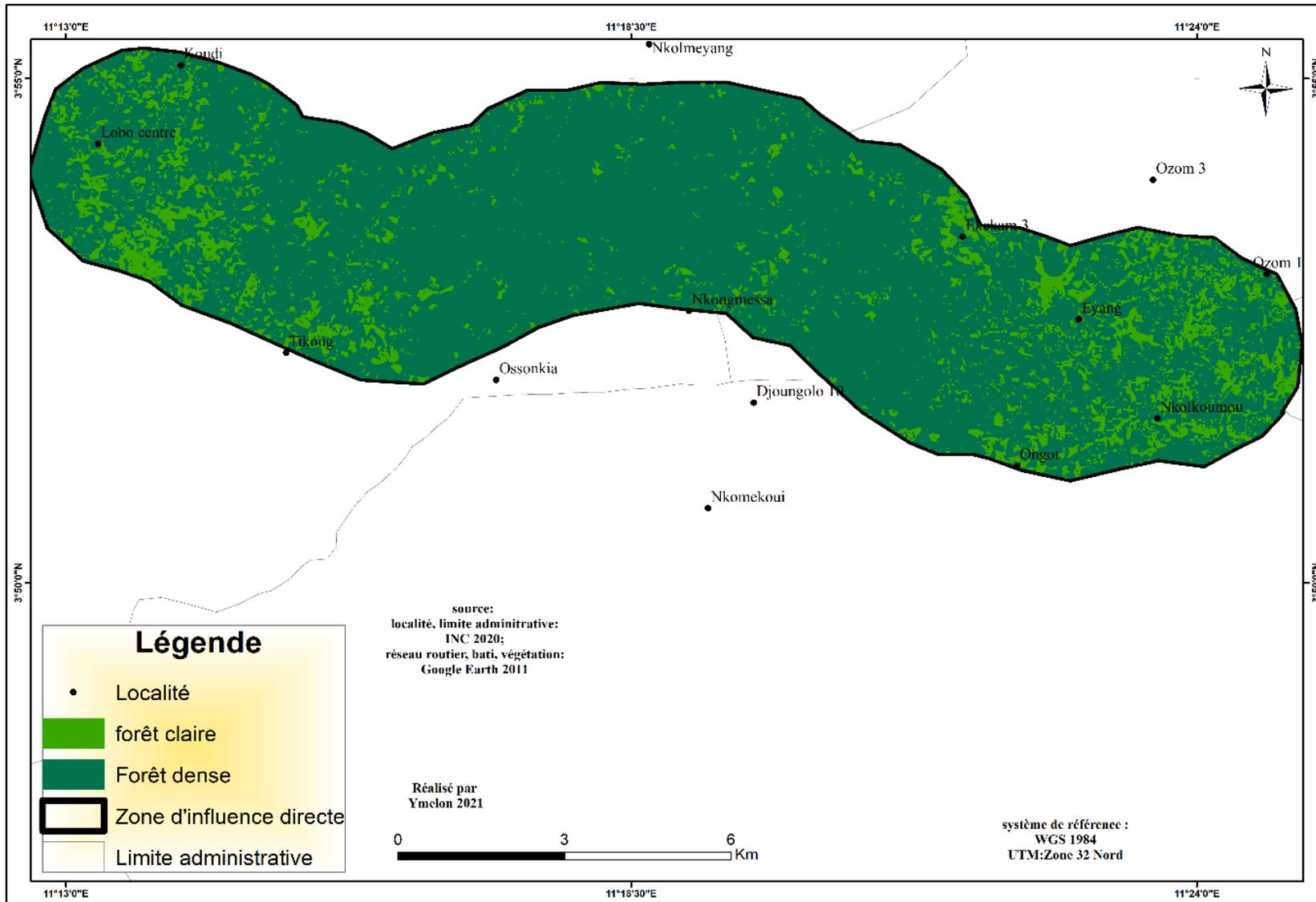
S'agissant de la végétation domestiquée, il existe plusieurs plantations de cacao, de bananiers plantain et de palmerais de maïs qui occupent de vastes superficies aux sommets des collines et en bordures de l'autoroute (planche 6).

**Planche Photo 6:** plantations observées en bordure de l'autoroute

Source : cliché Ymelon 2021



Plantations de maïs et bananerais, observées aux abords de l'autoroute. (Source : Ymelon 2021).



**Figure 10:** Carte de la végétation de la zone d'étude  
 Réalisé par Ymelon 2021

### 1.1.3.2. La faune

Les forêts de la région du centre abritent de nombreuses espèces dont les populations de mammifères, d'oiseaux et de poissons. Plusieurs espèces appartenant à 11 familles ont été recensées dans le rapport d'étude d'impact environnemental et social de la phase I (FHEC, 2013). Il ressort des investigations de terrain que la zone du projet abrite de grands mammifères tels que les gorilles, les chimpanzés, les singes et les buffles. La liste des espèces présentes dans la localité avant l'arrivée du tronçon a été dressée à partir des résultats de l'enquête terrain et du rapport d'EIES du projet. Le tableau 11 regroupe l'ensemble des espèces recensées à cet effet.

**Tableau 11** : Listes des espèces de faunes sauvage rencontrées dans la zone du projet

Nom scientifiques	Nom commun	Statut IUNC/ CITES	Législation Camerounaise
<b>rongeurs</b>	<b>Rongeurs</b>		
Atherurus africanus	Athérure africain	DD	C
Cricetomysemini	Rat		C
Thryonomyswinderianus	Aulacode	DD	
<b>ARTIODACTYLES</b>	<b>Ongulés</b>		
Céphalophusdorsalis	Céphalophe a bande dorsalle noire	LRnt	
Céphalophusmonticola	Céphalophe bleu	LRnt	
Céphalophusnignifons	Céphalophe a front noir	LRnt	B
Céphalopuscallipygus	Céphalope de peter	LRnt	
Tragélaphusspeki	Sitatunga	LRnt, III	B
<b>PRIMATES</b>	<b>Primates</b>		
Gorillagorilla	Gorille	EN, I	A
Cercocebusagilis	Cercopithèque cephus	DD	
Colobusguereza	Colobe guereza		
Cercopithecusnictitans	Hocheur	III	

Miopithecusogouenis	Talapoin		
<b>CARNIVORES</b>	<b>Carnivores</b>		
Viverracivetta	Civette d'Afrique	III	B
Genettaservalina	Genette servaline		
<b>PHOLIDOTES</b>	<b>Pangolin</b>		
Manisgigantea	Pangolin geant	III	A
Manisteradacyla	Pangolin a longue queue		
<b>REPTILES</b>	<b>Reptiles</b>		
Varanusniloticus	Varan		A
Dendroaspisjameson	Mamba vert		
Trasopeoccidentalis	Serpent noir		
Bitisgabonica	Vipère du Gabon		
Kinixissp	Tortue		
<b>HERPESTIDES</b>	<b>Mangouste</b>		
Atilaxpaludinosus	Mangouste des maraie		
<b>HYRCHOIDES</b>			
Dendrohyraxarbereus	Daman d'arbre		A
<b>AMOMALURIDES</b>	<b>Anomalure</b>		
Epixerusebii	Ecureuil		
Anomalurusbeecrofti	Ecureuil volant		A

**Source** : rapport d'étude d'impact du projet FHEC, 2013.

Les espèces fauniques recensées sur le terrain sont constituées des rongeurs tels que le rat, les ongulés, les primates, les carnivores, les reptiles, les mangoustes, les oiseaux, les hyracoïdes (planche photo 7).

**Planche Photo 7:** Emprunte de gorille dans la forêt et rat pris au piège



Source : Ymelon 2022 (forêt dense secondaire village Nolmeyang)

### **I.3. LE MILIEU HUMAIN**

#### **I.3.1. Le Peuplement et groupes ethniques**

Les populations autochtones peuplant la zone du projet appartiennent au grand groupe Bantou qui sont les populations du Sud Cameroun et spécifiquement au sous-groupe des bantou de la forêt dense humide.

- Les Etons dans le département de la Lékié ;
- Les Ewondos dans les départements du Mfoundi et de la Mefou et Akono ;
- Les Bassas dans le département de la Lékié exceptionnellement dans la ville de Lobo.

Les populations allogènes de cette zone appartiennent aux ressortissants des régions du Nord-ouest, de l'ouest, et du grand Nord.

### I.3.2. La Population de la zone du projet

D'après les données du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) en 2005, la population de la zone d'étude est répartie telle que présenté dans le tableau 13.

**Tableau 12:** Répartition de la population dans la zone du projet par arrondissement

Circonscription Administrative	Population Totale	Sexe		Taux de masculinité	Milieu urbain	Milieu rural
		Masculin	Féminin			
<b>Département du Mfoundi</b>	<b>1.881.876</b>	<b>945.745</b>	<b>936.131</b>	<b>101,03%</b>	<b>1.817.524</b>	<b>64.352</b>
Arrondissement Yaoundé 7 e	268.971	136.301	132.670	102,74%	261.886	7.085
<b>Département de la Mefou et Akono</b>	<b>59.017</b>	<b>29.784</b>	<b>29.233</b>	<b>101,88%</b>	<b>13.251</b>	<b>45.766</b>
Arrondissement Mbankomo	20.305	10.262	10.043	102,18%	13.251	45.766
<b>Département de la Lékié</b>	<b>286.050</b>	<b>139.611</b>	<b>146.439</b>	<b>95,34%</b>	<b>63.399</b>	<b>222.651</b>
Arrondissement Lobo	10.157	4.973	5.184	95,93%	1.091	9.066
Total (3 arrondissements)	299.433	151.536	147.897			

Source : FHEC 2011

**Tableau 13** : Taille de la population des localités traversées par la zone d'étude

Arrondissement	Localité	Hameaux/quartiers/blocs		Population estimée
		Nbre	Noms	
Yaoundé 7	Minkoameyos	4	Bloc 1, bloc 2, bloc 3, bloc 4	4000
	NkolNkoumou	4	Bloc 1, ou Zam Assi, bloc 2 ou Ekoudoum, bloc 3 ou carrefour nkolNkoumou, bloc 4 ou Belingui	1000
Mbankomo	Nkoloman	5	NkolNkengue 1, NkolNkengue 2, Nkoloman 1, Nkoloman 2, Avoung	500
	Ongot	1	Ongot	3000
	Kala	5	Nkolmokok 1, NkolMokok 2, kala 1, kala 2, abang	500
	Osonkia	4	NkolKadip, ekombitie centre, NkoaEyen, eligNtiObono	300
Lobo	Lobo	14	Lobo ayat, loboassi, lobo centre, nkolmbone, ekombitié, loboankaé, nkolmeyang, nkadipassi, nkotim, mekana, ntoudandoa, memvoa 1, memvoa nord, essamegassa.	1300
	Tikon	3	Tikon chefferie, akak, nkol pom	500
	Tsek	2	Tsek centre, tsek brousse	300
	Menguek 1	4	Eligewodo, nkolmenguek, mbangock, mengueck, centre	400
	Nkolmeyang	3	Koungara,lewobock, nkolmeyang centre	300
	Nkongmessa	4	Nkong messa 1, Nkong messa 2, Nkong messa 3, Nkong messa4	1500
	Akok	4	Akok centre, akok 1, akok 2, nkolmissas	1500
	Minkoa	5	Nkolassi, ngobassi, minkoa, centre, eligmbah, eligebanga,	400
	Ekoumtik	4	Ekoumtik centre, ekittkomovo, nkongnnal, ebedga	600

	Koudi	2	Koudi 1, koudi 2	100
	Etoud	3	Etoud 1, ou chefferie, etoud 2 ou centre, etoudassi.	700
	Ekekam 3	7	Atinodjoe, ekekamcentre A, ekekamcentre B ,ekekamcentre C, NkolOmang 2,nkolattoungono, nkolmelen,	800
	Eyang	3	Eyang 1, eyang 2 eyang 3	700
	Ozom 1	1	Ozom 1	1000
	Ozom 2	9	Ekoumanguék ou chefferie centre, nkolbiyem plateau, ndjoneyang, ebal boum, ebal zen, nkolkos, nkol bissa, nyiemeyong,1, nyemeyong 2	3000
	Ozom 3	5	Ekoumdoum, ozom3 centre, abang, eyang, nkolkos	1500
	NkolNguet	1	NkolNguet	500
	Ngoulemekong	6	Ovang, nlongcentre, elogmenye, nkolbeyekla, eligmvonda, mbama	2000
	Kele	1	Kele	500
	Nlong	3	Nkong esson, nkol ngok, ebe ngok	150
Okola	Mvog nama II	3	Mvog-Onakok, Mvog-Nko, MvogAyitsélé	1500
	Mvog Onamyié III	2	MvogOnamyié, Ntsas	800
	Eton Beti	4	Beyimbanga, Beyidjolo, Tom, Mvog Onamyié	1000

Source : FHEC 2011

Il ressort de ce tableau que la taille totale de la population est estimée à 27.050 habitants répartis dans 27 localités des 04 arrondissements traversés par le tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala.

## CONCLUSION

Il s'agissait dans ce chapitre de décrire l'état initial des composantes du milieu naturel de la zone d'étude avant la phase des travaux de terrassement. Cette réflexion était structurée en trois parties : la description initiale du milieu physique et du milieu biologique.

Au vu de cette présentation, il ressort que le milieu physique était caractérisé par, un climat équatorial de type « guinéen », une hydrographie dense constitué de plusieurs cours d'eau, un relief très accidenté constitué d'une succession de collines et de vallées. Cette zone est regorgée trois types de sols : à savoir les sols hydro morphes, des vertisols et des sols ferrallitiques.

Le milieu biologique était caractérisé par une végétation constituée en majorité de la forêt dense toujours verte. On note également la présence des vastes plantations de cacao, des champs de maïs, et de bananiers plantains. Ce milieu regorge également une flore et une faune très diversifiée. La zone d'étude traverse trois arrondissements et vingt-sept villages. On note une diversité ethnique entre les populations de ces localités. Cependant, le peuple autochtone est constitué des étons, des éwondo et des bassas.

L'hypothèse de ce chapitre était : La zone d'étude présentait une diversité physique et biologique riche avant le démarrage des travaux de construction du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala... Ainsi, au vu de ce qui précède, La zone d'étude présente un milieu naturel riche et diversifié.

## **CHAPITRE 2 :**

# **CONSISTANCE DES TRAVAUX DE LA CONSTRUCTION DU TRONCON PK0-PK20 ET IDENTIFICATION DES INCIDENCES SUR LE MILIEU PHYSIQUE ET BIOLOGIQUE**

### **INTRODUCTION**

L'identification des dommages du projet de l'autoroute est basée sur l'analyse des relations systémiques possibles entre les milieux naturels traversés et la construction du tronçon PK0-PK20. Cette analyse permet de mettre en relation les sources d'effets associées aux phases de pré- construction, de construction et d'exploitation de cette infrastructure et les différentes composantes du milieu susceptibles d'être affectées. Ce chapitre a donc pour objectif d'évaluer la dynamique des milieux naturels découlant de la construction de l'autoroute Yaoundé--Douala. L'hypothèse qui guide la réflexion est celle selon laquelle les activités de construction de l'autoroute Yaoundé-Douala induisent une série d'incidences notables sur les milieux naturels. Les principaux effets analysés dans ce chapitre concernent ceux identifiés et qui touchent le milieu physique et biologique. Il s'agit notamment du paysage, des écoulements de surfaces, de la dynamique des versants et des sols, de la végétation et de la faune.

### **2.1. CONSISTANCE DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION DU TRONÇON PK0-PK 20 DE L'AUTOROUTE YAOUNDE-DOUALA**

Cette phase comprend plusieurs étapes dont les plus importantes sont : le dégagement des emprises, les terrassements, la réalisation des ouvrages d'arts, d'ouvrages hydrauliques et de drainages, la réalisation de la chaussée, des accotements, bitumage etc...

- **L'installation du chantier : aménagement des bases de l'entreprise :** Cette phase consiste à la construction des aires de stockage, aires de préfabrication, des laboratoires, des aires de stationnement des engins. La première base se trouvant au point par kilomètre 0, la seconde est localisée au Pk 3+700, photo 3.



**Photo 4:** localisation d'une base de vie a PK3+700 et une aire de préfabrication.

Source Ymelon 2020

- **La démolition de certaines infrastructures et déplacement des tombes :** Elle est effectuée de manière à assurer la sécurité des usagers de la route et des riverains. Elle a consisté à la délimitation des constructions par des rubans réfléchissants de couleur rouge et blanc. Ensuite, la démolition des constructions, l'enlèvement ou la mise en remblais des matériaux résultant de cette opération
- **Dégagement de la végétation, abattage des arbres, décapage des terres végétales :** Cette opération a consisté à creuser avec un Bulldozer des arbres se trouvant dans le site du projet, ensuite charger les produits dans les camions bennes et les évacuer dans les lieux de dépôts.
- **Explosion des rochers :** le relief de la zone du projet étant très accidenté, elle est une succession de collines et de vallées. Dans le but de d'obtenir une surface plane pour

l'implantation de l'autoroute, il a été nécessaire d'exploser certains rochers. Cette explosion a également été utile pour l'ouverture et l'exploitation des carrières.

- **Travaux de terrassement :** Ouvertures des pistes et aménagement des voies d'accès, décapage de l'emprise (travaux de purge) : c'est une opération qui consiste à enlever la terre végétale, les arbres, les matériaux gênants dans l'emprise du projet. Elle s'est faite à l'aide d'un bulldozer, un chargeur, une niveleuse, un dumper, une pelle mécanique etc... il a donc été effectué une extraction de matériaux impropre et boueux dans les zones de purges jusqu'à la profondeur fixé (photo 5).
- **Ouvrages hydrauliques et drainage :** ces travaux comprennent les ouvrages transversaux situés dans la plateforme ou en bordure de celle-ci, tels que les collecteurs que sont les buses, etc.... Les fossés latéraux en déblai ou en pied des talus. Déviations provisoires et/ou définitives de certains cours d'eaux et voix d'accès.
- **Les travaux de la chaussée :** ces travaux comprennent la fourniture, le stockage et la réalisation des multiples couches qui constituent la chaussée et l'accotement.
- **Les accotements :** ils sont constitués de deux couches latéritiques revêtues d'une imprégnation.



**Photo 5:** Terrassement dans la zone du projet (PK 0).

Source : Ymelon 2020

## **2.2. INCIDENCES DE LA CONSTRUCTION DU TRONÇON PK0-PK20 SUR LA DYNAMIQUE DE L'OCCUPATION DU SOL**

L'évaluation de l'évolution de l'occupation du sol permet de mettre en évidence les changements qui sont intervenus entre les différentes périodes : 2011-2014 ; 2014-2020 et 2011-2020. Cette analyse passe par la présentation des cartes de 2011, 2014 et 2020 ainsi que leurs statistiques respectives. Le croisement des cartes d'occupation du sol de ces trois dates montre une carte de changements. Aussi, une matrice de transition et les taux de changement ont été calculés sur la base des superficies de ces unités, ce qui traduit l'évolution. On constate une grande progression, des surfaces bâties et sols nus au détriment surtout des forêts denses et des complexes forêts jeunes/cultures/ jachères entre 2011 et 2020.

### **2.2.1. La Caractérisation des unités d'occupation des sols**

Les différentes unités d'occupation du sol tirées des images satellitaires et des observations sur le terrain sont les suivantes : les forêts denses, les complexes/forêts jeunes/cultures, les sols nus, le réseau routier, le réseau hydrographique, le bâti.

-La forêt dense : très visible sur les images à travers leur coloration vert foncé, elle occupe la plus grande superficie du sol, elle se caractérise par une végétation constituée des grands arbres touffus ;

- La forêt jeune/ jachère : elle se distingue par sa coloration vert clair, on la retrouve dans la zone un peu en altitude et un peu éloigné des cours d'eau.

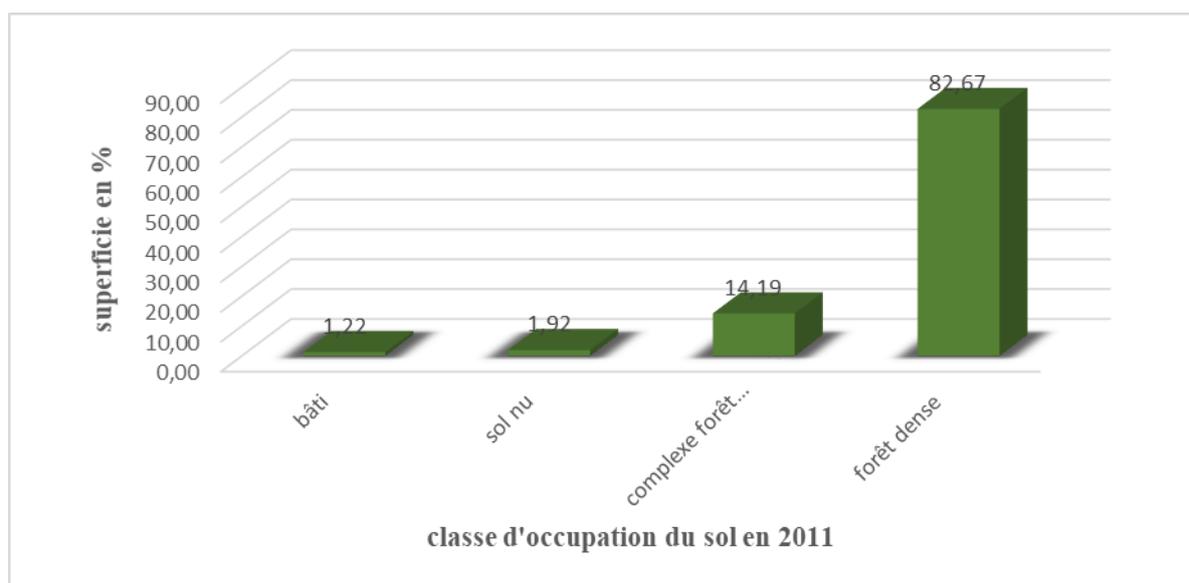
Les sols nus : sont les zones dégradées qui regroupent les étendues dunaires, les terrains rocheux, les surfaces dénudées et les ravins ;

- Les zones de cultures : qui regroupe toutes les unités relatives aux activités agricoles.

#### **2.2.1.1. L'occupation des sols en 2011**

La figure 11 présente la situation de l'occupation du sol autour du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala en 2011. D'une manière générale, on peut distinguer quatre grandes classes thématiques : les forêts denses, les complexes forêts jeunes/cultures/jachères, les zones du bâti et les sols dénudés. La remarque faite est que les forêts denses occupent la

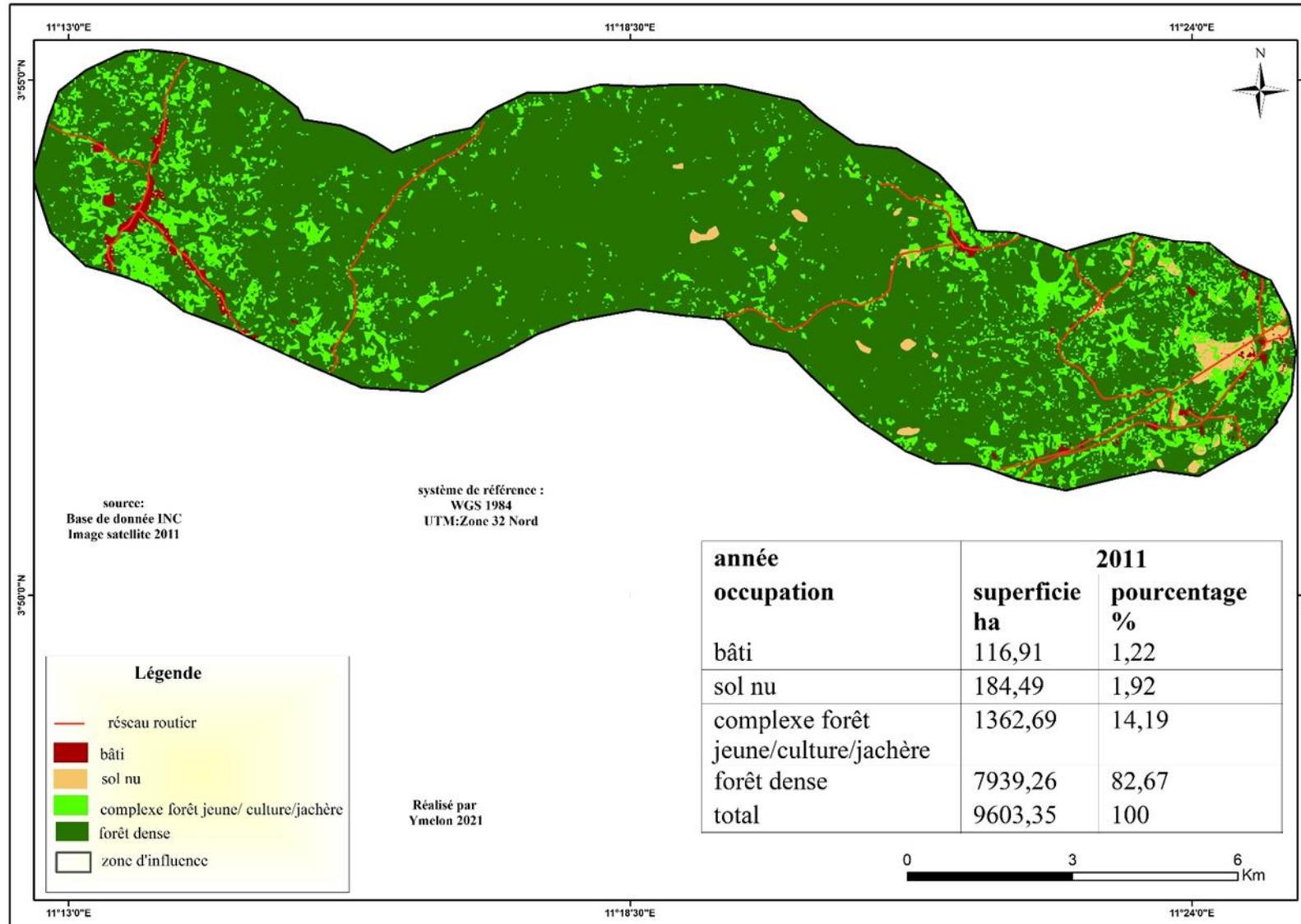
majeure partie de la zone avec un taux de 82,67% soit une superficie de 7939,26 ha. Les complexes forêts jeune/cultures/jachères viennent en seconde position avec un taux de 14,19% soit une superficie de 1362,69 ha. Ensuite viens la classe des sols dégradés avec un taux de 1,92% soit une superficie de 5,15%. La dernière classe d'occupation du sol à cette époque est celle du bâti avec un taux de 1,22% soit une superficie de 116,91 ha de la surface totale.



**Figure 11:** estimation des classes d'occupation du sol en pourcentage autour du tronçon PK0-PK20

**Source :** landsat 2011

La prépondérance de la forêt dense en 2011 dans cette zone à est lié au fait qu'il y avait aucun projet de développement qui devait avoir des effets sur la végétation (figure 12). Cependant, cette forêt semblait être déjà en voie de dégradation à cause de la présence des complexes forêts jeunes/cultures/jachères, et des sols dénudés. La faible proportion que représente le bâti doit son explication au fait que cette zone soit dominée par la forêt .la population y résidant est en majeure partie constituée des autochtones.

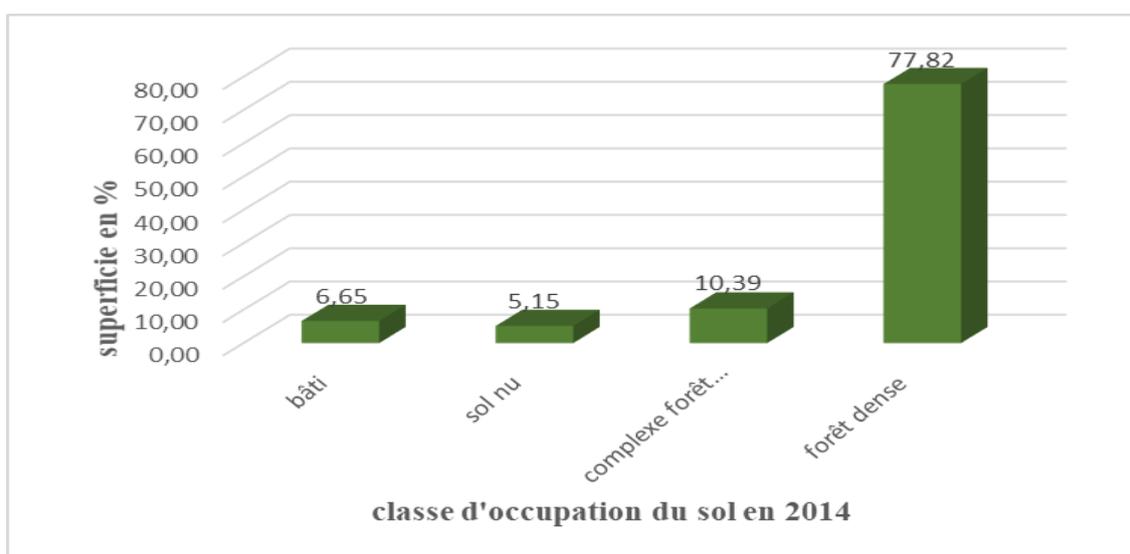


**Figure 12:** la situation de l'occupation du sol autour du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala en 2011

Réalisée par Ymelon 2021

### 2.2.1.2. L'occupation des sols en 2014

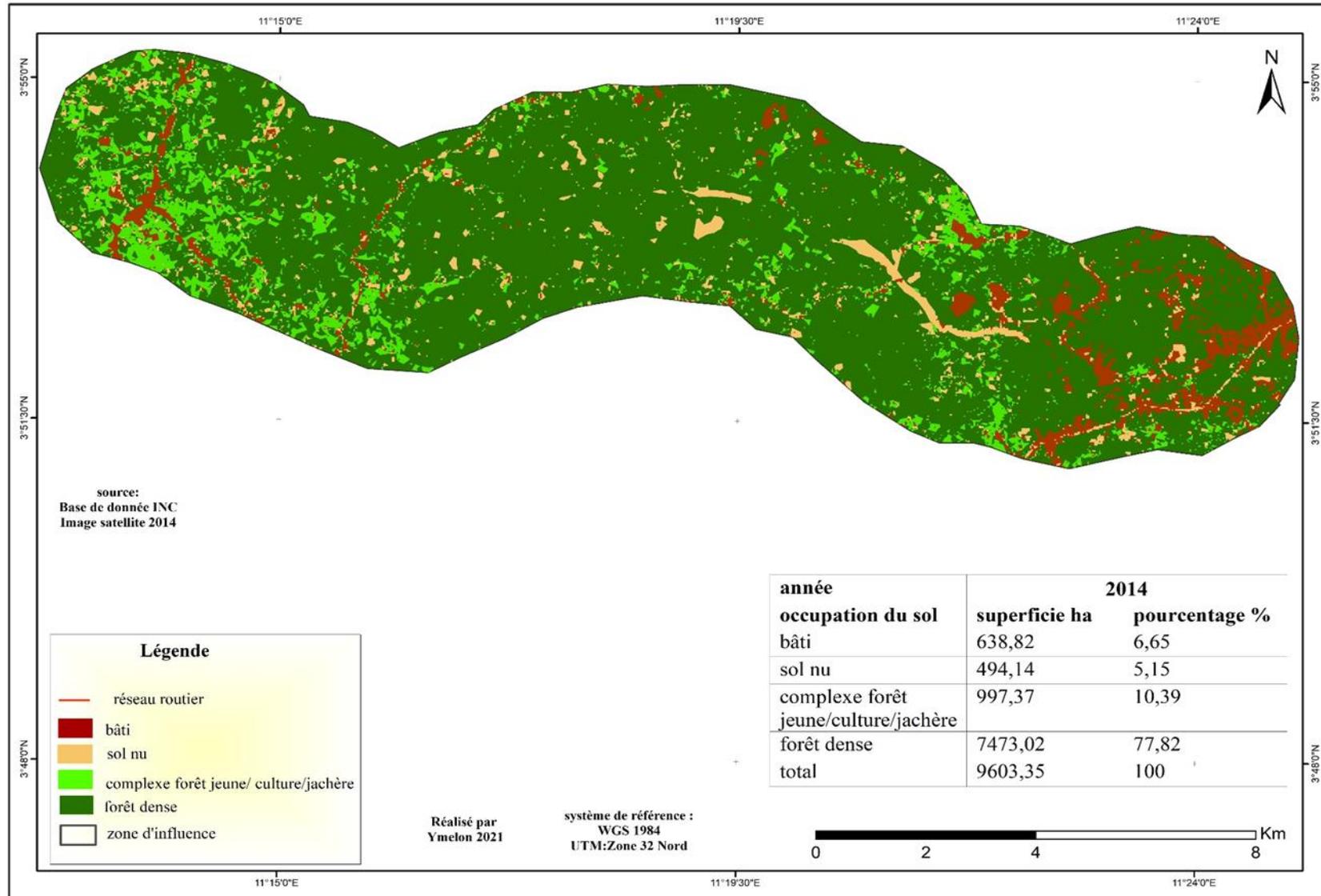
La figure 13 présente la situation de l'occupation du sol autour du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala en 2014. En cette date, la classe thématique la plus grande est également celle des forêts denses avec 77,82% de la superficie totale de la zone d'étude, soit 7473,02 ha. La classe suivante est le complexe des forêts jeunes/cultures/jachères qui représente 10,39% de la zone, soit une superficie de 997,37 ha. Les classes thématiques les moins importantes en termes de superficies sont celle des zones bâties et des sols dégradés. Les zones du bâti occupent 6,65 % soit 638,82 ha de la surface totale, les sols dégradés à leur tour occupent 5,15% soit 494,14 ha. En effet, les surfaces anthropisées telles que les sols dégradés et le bâti connaissent une légère progression des superficies par rapport à l'année 2011. La figure 27 illustre les estimations en pourcentage des superficies des classes thématiques autour du tronçon PK0-PK20.



**Figure 13:** estimation des classes d'occupation du sol en pourcentage autour du tronçon PK0-PK20.

**Source :** landsat 2014

La tendance progressive d'une part des zones bâties, des sols dégradés, des zones de cultures et d'autre part la régression des forêts denses trouve son explication avec l'annonce et l'arrivée du projet de construction de l'autoroute Yaoundé-Douala. En effet, l'annonce de ce projet a incité les populations à accaparer des terrains autour du tronçon PK0-PK20 d'où l'augmentation des champs de cultures, pour entretenir les terrains, des sols dégradés pour les fondations. Cependant ces actions d'accaparement des terrains contribuent à diminution de la forêt dense.



**Figure 14:** la situation de l'occupation du sol autour du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala en 2014  
Réalisée par Ymelon 2021

### 2.2.1.3. L'occupation des sols en 2020

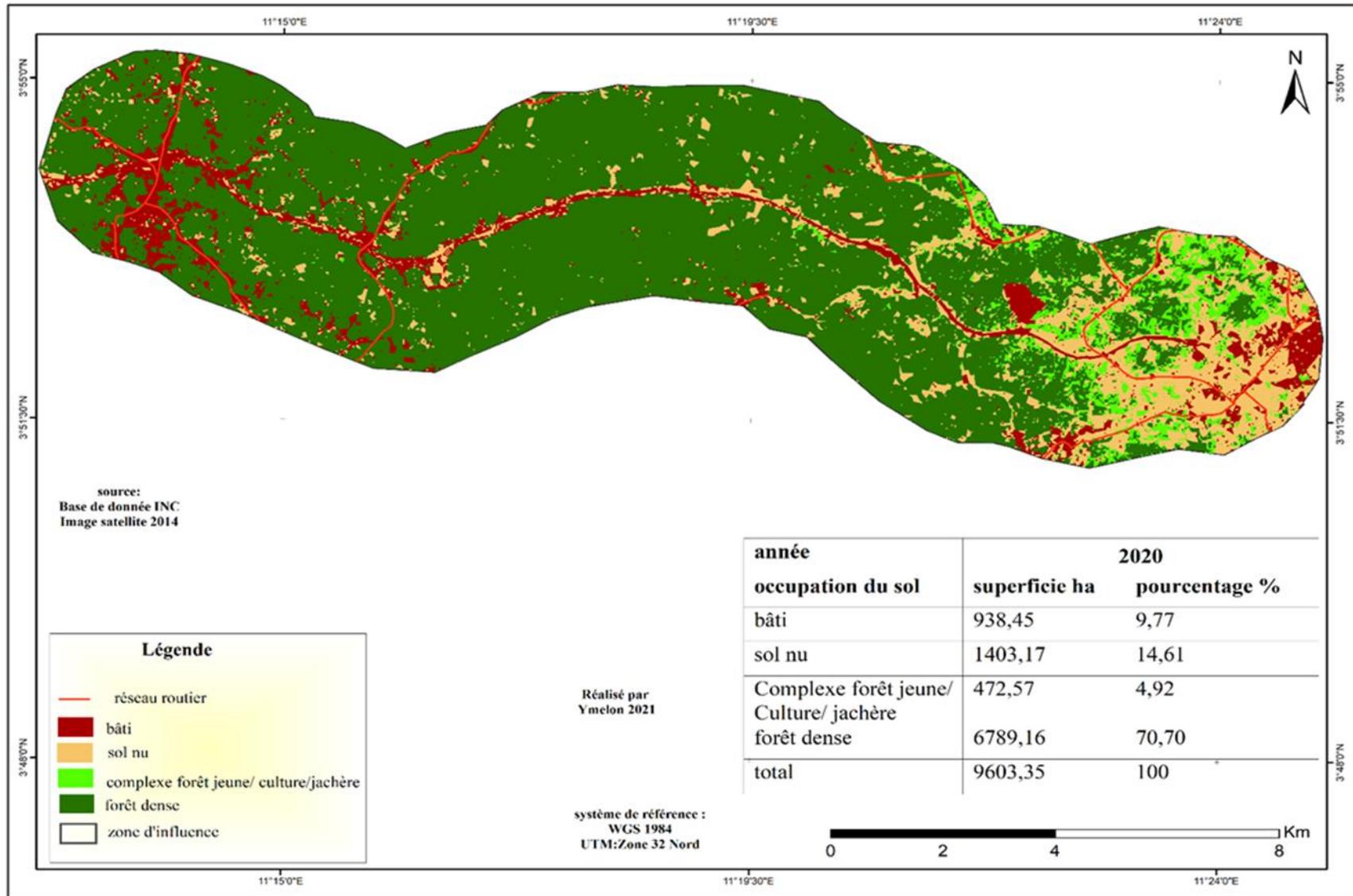
La figure 15 montre la situation de l'occupation des sols dans la zone d'influence en 2020. Il ressort que la classe la plus importante reste celle des forêts denses, cependant en fonction des années précédentes, cette classe présente une évolution régressive. Elle occupe 70,70 % de la superficie soit 6789,16 ha. La seconde classe est celles occupée par les zones dénudées, elle présente une tendance progressive. Les sols nus occupent en 2020 14,67 % de la superficie totale, soit 1403,17 ha. La prochaine classe est celle des zones bâties qui connaissent une augmentation de la superficie ; les chiffres montrent que cette classe occupe 9,77% soit 938,45 ha en 2020. La dernière classe d'occupation du sol autour du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala en termes de superficie est celle des complexes forêts jeune/ culture/jachères. Elles ont un taux de 4,92 % soit 472,57 ha.



**Figure 15:** occupation du sol en pourcentage autour du tronçon PK0-PK20 en 2020

Source image satellite Landsat 2020

Les tendances de régression des superficies de la végétation au profit des sols nus et des bâties dans la zone d'influence sont tributaires à l'implantation du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala. En effet, les étapes construction de ce tronçon incluent l'abattage des arbres pour l'ouverture du site, des carrières et des voix de contournements, les terrassements pour les processus de remblais et déblais.



**Figure 16:** carte des unités d'occupation du sol de l'année 2020

## 2.2.2. La dynamique des unités paysagères de 2011 à 2014

**Tableau 14:**matrice d'évolution des unités d'occupation du sol

Unité d'occupation du sol	Proportion						Taux d'évolution % (B-A)/A*100		
	2011		2014		2020		2011-2014	2014-2020	2011-2020
	ha	%	ha	%	ha	%			
Forêt dense	7939,29	82,67	7473,02	77,82	6789,16	70,70	-5,87	-9,15	-14,49
Complexes forêts jeune/cultures/jachères	1362,69	14,19	997,37	10,39	472,57	4,92	-26,81	-52,62	-65,32
Surface dénudée	184,49	1,92	484,14	5,15	1403,17	14,61	167,84	183,96	660,57
Bâti	116,91	1,22	638,32	6,65	938,45	9,77	446,42	46,90	702,71

### 2.2.2.1. La dynamique de la végétation

La zone de végétation ici regroupe toutes les unités relatives aux formations forestières. Ainsi, il ressort de cette analyse que les forêts denses et les complexes forêts jeune/cultures/jachères évoluent de façon régressive. Elles passent de 82,67% en 2011 à 77,82 % en 2014 pour les forêts denses. Soit une régression de -5,87% à un intervalle de 03 ans. Les complexes forêts jeune/cultures/jachères quand elles passent de 14,19 % en 2011 à 10,39% en 2014 soit une régression de 3,8 % en 3 ans.

### 2.2.2.2 Dynamique des surfaces dénudées :

L'analyse de la figure 31montre dans l'ensemble que les zones dégradées ont connu une extension de leur superficie entre les années 2011 et 2014. Elles sont passées de 1,92% à 5,15% soit une augmentation de 3,23% au courant de ces 3 années.

### **2.2.2.3 Dynamique des surfaces occupées par le bâti**

En 3 ans, les surfaces occupées par le bâti ont connu une progression de 3,23 % de leur superficie initiale. On remarque qu'elles sont quittées de 1,22% à 6,65 % entre 2011 et 2014.

### **2.2.3. La dynamique des unités paysagères de 2014 à 2020**

#### **2.2.3.1. La dynamique de la végétation**

Le tableau 18 montre que de 2014 à 2020, la forêt dense est passée de 77,82% à 70,70 % soit une régression de 7,12 % de forêts par rapport à la superficie totale de la zone d'influence. Les complexes forêts jeune/cultures/jachères ont à leur tour connu une régression : ils sont passés de 10,39% à 4,92 % soit 5,47% de surface réduite.

#### **2.2.3.2. La dynamique des surfaces dégradées :**

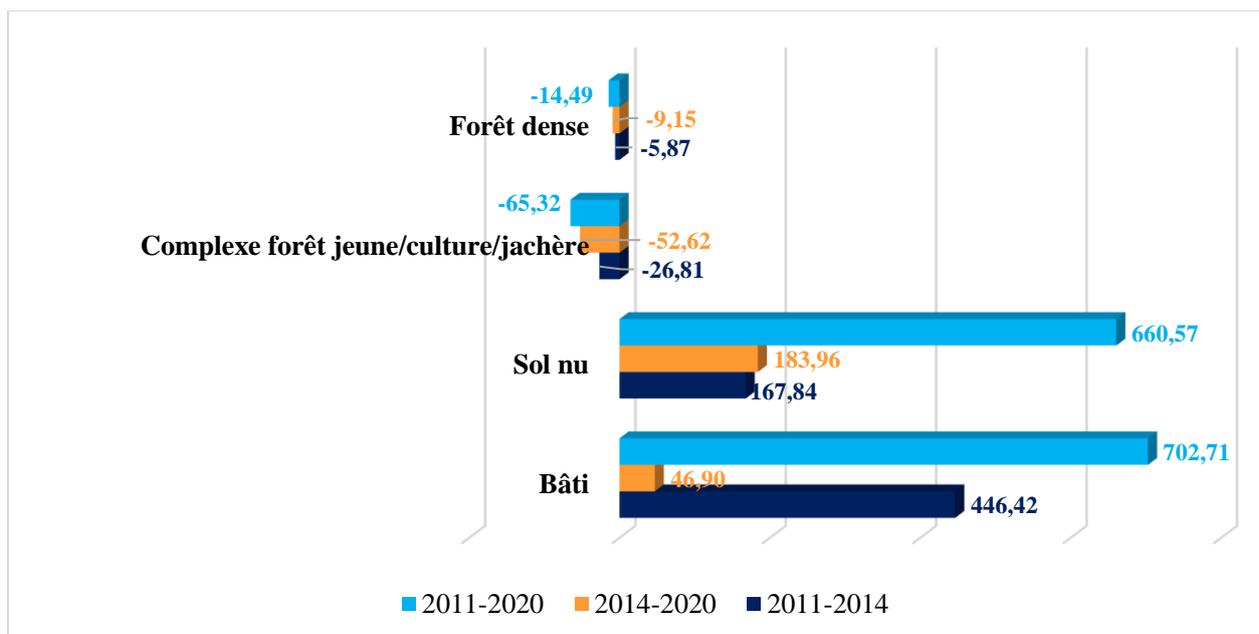
Les espaces dénudés ont progressé entre 2014 et 2020. Ils sont quittés de 5,15 % à 14,61% soit une augmentation de 9,46% durant ces années.

#### **2.2.3.3. La dynamique des surfaces occupées par le bâti**

Le tableau 18 présente une évolution progressive des surfaces occupées par le bâti entre 2014 et 2020. Statistiquement parlant, il y a eu une progression de 46,90%. Sur la surface totale de la zone d'influence. On est passé de 6,65% à 9,77 %.

### **2.2.4. La dynamique des unités paysagères de 2011 à 2020**

La végétation a subi un important changement au courant de ces années on est passé de 7939,26 ha de forêt dense en 2011 à 7473,02 ha en 2014 puis en 6789,16 ha en 2020. La figure 18 présente la matrice d'évolution des unités d'occupation du sol.

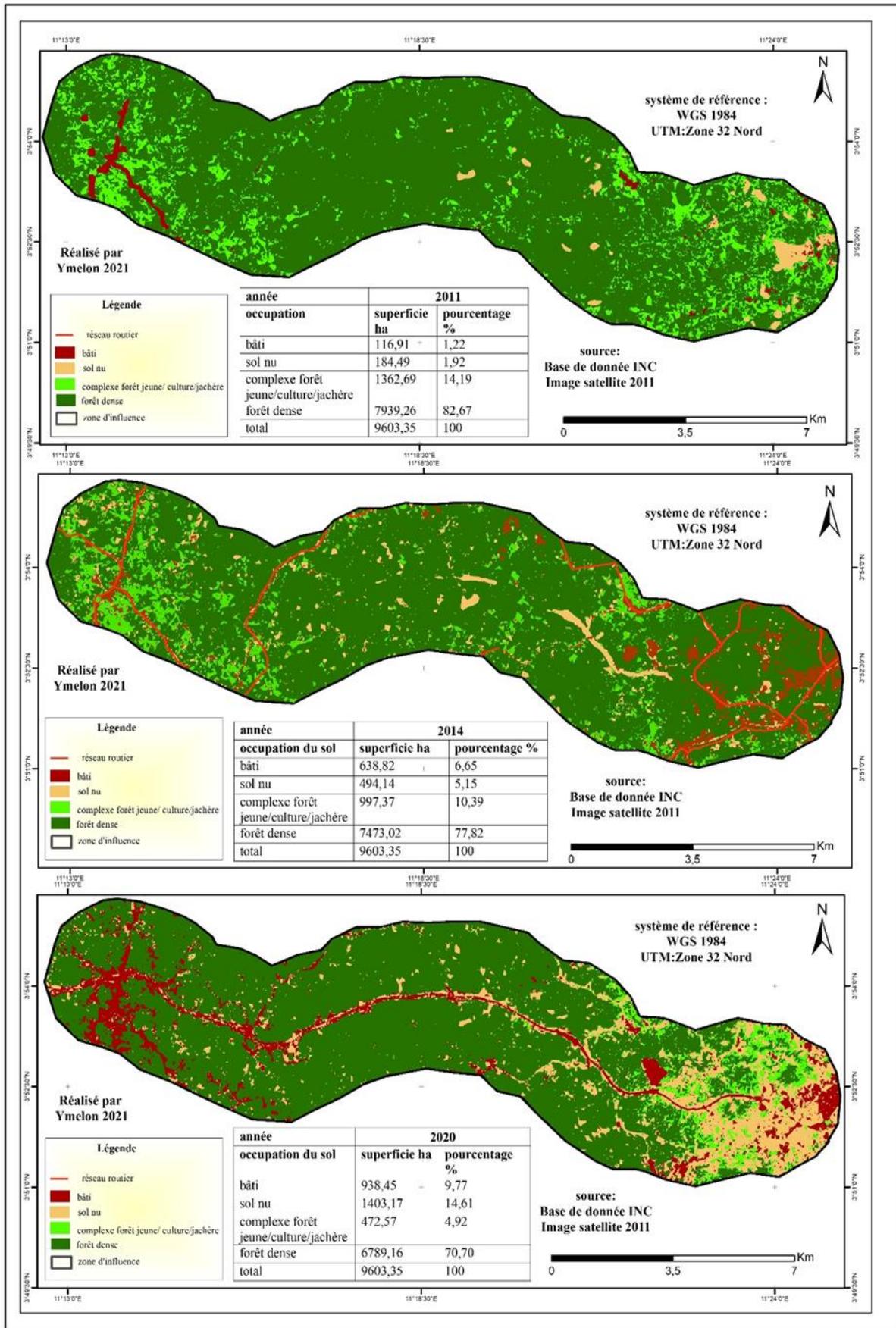


**Figure 17:** taux d'évolution des superficies des classes d'occupation du sol

De façon générale, l'analyse de la dynamique de l'occupation du sol dans la zone d'étude du projet de construction de l'autoroute Yaoundé-Douala montre une régression remarquable de la végétation à l'instar des forêts dense et Les complexes forêts jeune/cultures/jachères contrairement aux zones bâties et aux sols dénudés qui ont connus une expansion. Par ailleurs, la carte de changement (figure 16) indique qu'au cours de la période allant de 2011 à 2020, le paysage de la zone d'étude a subi des modifications.

Sur la période considérée, (entre 2011 et 2020) la régression de la forêt dense est estimée à 1150,1 hectares. Cette forêt dense a été convertie d'une part en surface abritant le bâti occasionné par l'arrivée de l'autoroute, d'autres parts en surfaces dégradées par les terrassements pour constructions (routières et bâtis).

Il est à noter que les déviations des cours d'eau effectuées sur ce tronçon lors des constructions et le dépôt des matériaux issus des zones d'emprunt dans les marécages ont induits l'assèchement de plusieurs zones humides abritant une grande diversité floristique et faunique (figure 17).



**Figure 18:** carte de synthèse des unités d'occupation du sol  
 Source landsat 2011, 2014 ;2020

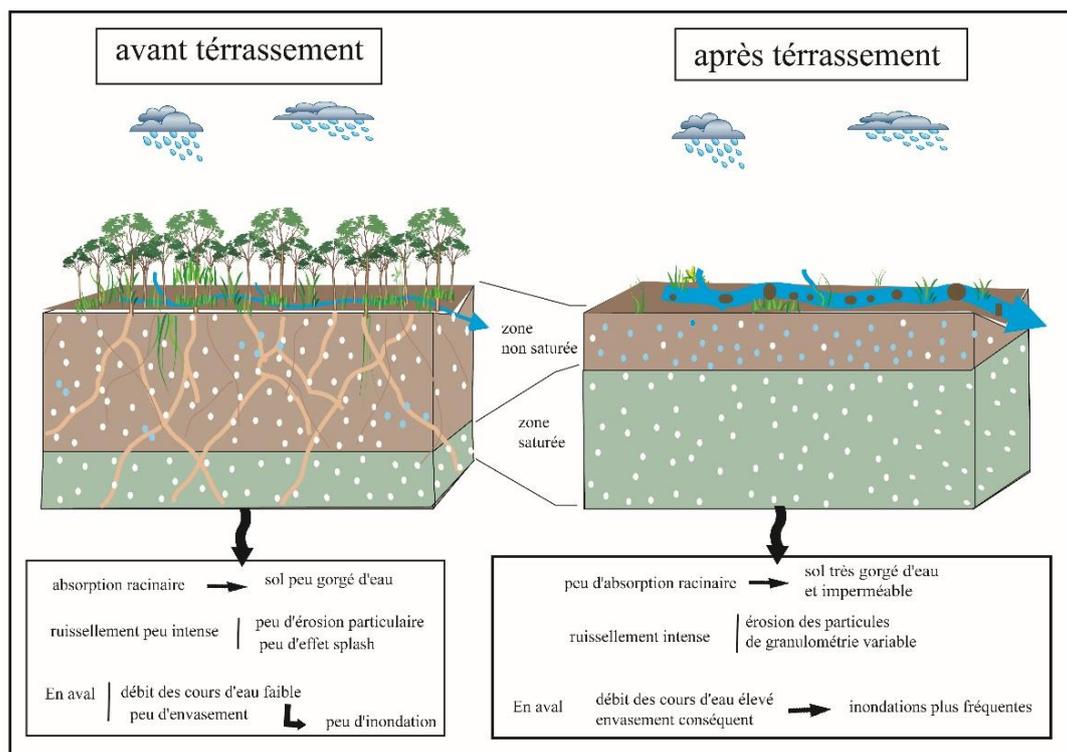
## 2.3. L'ÉVALUATION DE LA DYNAMIQUE DU MILIEU PHYSIQUE

### 2.3.1. L'incidence de la construction de l'autoroute sur les sols et le sous-sol

Les terrassements, la réalisation des tranchées, le déboisement, l'utilisation des engins lourds et l'exploitation des sites d'emprunt des matériaux lors de l'implantation de l'autoroute Yaoundé-Douala exposent les sols. On assiste ainsi aux phénomènes suivants :

#### 2.3.1.1. L'érosion et la perte de sols arables, ravinement et instabilité des talus

Le couvert forestier protège de la dégradation des terres en le stabilisant, en réduisant l'érosion hydrique et en maintenant le cycle des nutriments dans les sols. En effet, Les racines des arbres de la zone de forêts facilitent l'absorption des eaux de pluies empêchant ainsi un ruissellement intense. Cependant, la perte de ces arbres et de leurs racines entraîne une augmentation du taux de ruissellement et donc de la capacité érosive des torrents qui déchaussent et déstabilisent des pans entiers des sols (figure 18).



**Figure 19:** schéma illustratif des conséquences des terrassements sur la dynamique sédimentaire ainsi que sur les régimes d'inondations en aval.

**Source:** réalisée par Ymelon 2021, adapté de Thibault Lori, 2018.

En phase de construction de l'autoroute Yaoundé-Douala, les zones de déblais ont été dépourvues de leur végétation et sont fortement sujettes à l'érosion (figure 18). En outre, les surfaces de remblais nouvellement établies sont exposées aux éléments de dégradation naturelle. Dépourvus de leur couverture végétale, les sols situés aux abords du tronçon PK0-PK20 sont vulnérables et sans aucune protection. Ainsi, les matières meubles en surface sont facilement érodées par les pluies ; ce qui provoque donc une augmentation des débits solides de certains cours d'eau (planche photo 5).

A : zone d'emprunt

B : site de dépôt

**Planche Photo 8:** manifestation de l'érosion dans la zone d'étude



Source : cliché Ymelon 2020

La planche 8 présente à différents endroits les sols décapés lors des terrassements qui sont pour certains les sites d'emprunts (A), pour d'autres les sites de dépôts (B et C).

De la photo A de la planche 5, il ressort que dans les zones dénudées, le ruissellement lié à de fortes précipitations entraîne le départ de terre par érosion en creusant de profondes ravines et en emportant les éléments fertiles du sol. Cette érosion entraîne ainsi la dégradation de la qualité des eaux et le déplacement des sédiments qui forment les coulées boueuses. Les volumes de sédiments transportés au cours des épisodes pluvieux dans les zones dégradées sur trois sites différents ont été collectés et mesurés afin d'évaluer le niveau d'érosion des sols (tableau 15).

**Tableau 15:** Résultat des observations terrain sur les volumes des sédiments piégés

<b>Caractéristiques :</b>	<b>Site 1(mixte)</b>	<b>Site 2 (latéritique)</b>	<b>Site 3(rocheux)</b>
<b>Jour 1</b>	3k900 g	6k 500g	2k 200g
<b>Jour 2</b>	1 kg 300g	5k 300g	1k 500g
<b>Jour 3</b>	900 g	5 k 100g	800g
<b>Longueur :</b>	2m60	5 m	9m40
<b>Largeur :</b>	4m 40	6 m	7m60
<b>Pente</b>	Accentuée	Raide	raide
<b>Localisation</b>	Zone d'emprunt	Zone de dépôt	Zone d'emprunt

Source : données de terrain, 2021.

Il ressort du tableau 15 que les sites 1, 2 et 3 présentent des volumes importants de sédiment le jour 1 de l'expérimentation et ces volumes décroissent au fil du temps c'est à dire au deuxième et au troisième jour de l'expérimentation. Il est à noter que cette variation dans les volumes d'alluvions ruisselés par jour et par site dépend de la nature des sols, la vitesse de ruissellement, de la taille du bassin versant et de l'inclinaison de la pente et surtout de l'intensité et la durée des précipitations.

Cette érosion et dégradation des sols portent également atteinte à l'environnement par les forts apports sédimentaires dans les cours d'eaux qui reçoivent les eaux ruisselées (planche photo 9).

**Planche Photo 9:** Augmentation du débit d'un cours d'eau due aux ouvrages de canalisations.



Source : cliché Ymelon 20211

D'après la planche photo 9, il ressort que l'eau représente le vecteur essentiel du transport des matériaux dans les cours d'eau ce qui représente l'élément de base de la genèse et de l'évolution des formes fluviales.

### **2.3.1.2. Le tassement des sols**

On parle de tassement du sol lorsque le sol perd sa porosité. Cette porosité qui est liée à la nature argileuse, limoneuse ou sableuse du sol est nécessaire à l'infiltration de l'eau. Le transport des matériaux de concassage, graveleux ou latéritique et les mouvements des engins lourds lors des travaux ont entraîné un tassement du sol dû au passage répété de ces engins, ce qui a perturbé la structure et la texture des sols. Également le non-exploitation des sites d'emprunts laisse en place une curasse sur laquelle la végétation pousse difficilement, qui génère des espaces sans usages pour l'agriculture ou pour d'autres fins (photo 4).



**Photo 6:** tassement du sol a PK8

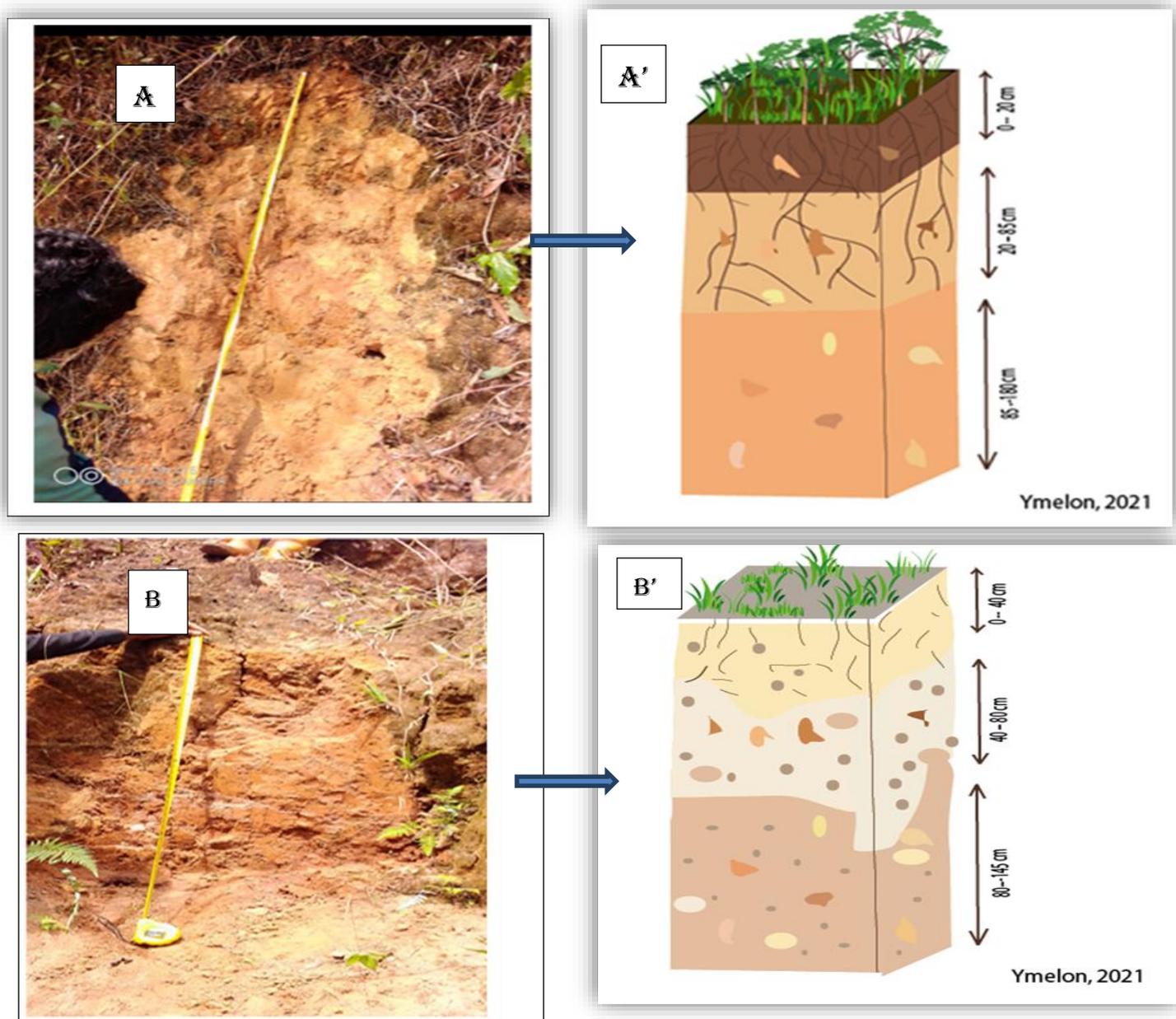
Cliché Ymelon 2020

## **2.3.2 La modification du profil pédologique, le compactage et de la structure des sols**

### **2.3.2.1. L'incidence sur la structure du sol**

La structure du sol telle que présentée plus haut se voit fortement modifiée surtout dans les zones de dépôts des terres. Le phénomène de terrassement laisse derrière lui des sols au profil vertical profondément bouleversés. (Photo B de la planche 10).

**Planche Photo 10:** comparaison des profils pédologiques entre un site d'emprunt et un site de dépôt,



Source : Ymelon 2021

La planche photo 10 représente deux sites d'observation des profils du sol dans la zone du projet et leur schématisation dans un logiciel de dessin (Adobe Illustrator).

La photo A est une coupe verticale réalisée sur une tranchée routière et se situant aux coordonnées 3°53'12.34''N et 11°21'29.54''Est. Il a une hauteur de 180 cm, avec des transitions diffuses. La photo A' est son modèle représentatif. La succession verticale des couches de terrains présente de la surface vers la profondeur, les caractéristiques suivantes :

- De 0 à 20 cm : couche A, couleur sombre brun (7,5YR), présence des racines millimétriques et centimétrique avec une abondance relative supérieure à 5%. Sols meuble et argileux, absence de sables ;
- De 20 à 85 cm : couche B, couleur jaune brun (10YR 6/8), présence des racines centimétrique avec une abondance relative inférieure à 5%. Sol compacte, argileux et absence de sables ;
- De 85 à 180 cm : couche C, couleur jaune rougeâtres, présence des racines avec un taux inférieure à 3%. Sol compacte et argileux, absence de sables.

La photo B ci-dessus est une coupe verticale réalisée dans une zone de dépôts, localisable aux coordonnées 3°53'12.34''N et 11°21'29.54'' E avec une hauteur de 145 cm. La photo B' est un modèle représentatif de la Photo B. Ce profil présente trois couches avec des transitions diffuses.

- De 0 à 40 cm : couche A couleur brun jaunâtre (10YR 5/8), présence des racines millimétriques abondance relative inférieur à 5%, présence des morceaux de roches altérées ; présence des sables et limons ;
- De 40 à 80 cm : couche B couleurs blanchâtres, absence des racines, présence des sables, sols meubles ;
- De 80 à 145 cm : couche C présence de matériaux rougeâtres avec une texture sableuse, absence des racines, sol meuble.

Le tableau 6 fait un récapitulatif des caractéristiques des profils pédologiques d'un site d'emprunt et celles d'un site de dépôt.

**Tableau 16 : Caractéristiques des sols en zone de déblais et de remblais**

Nature du sol	Zone d'emprunt	Zone de dépôt
Texture	Argileuse	Argilo-sableuse Rocheuse Sablo-limoneuse
Structure	-Meuble pour les horizons superficiels -compactes pour les horizons profonds	Meubles pour tous les horizons
Perméabilité	Bonne	faible
Consistance	Forte plasticité par endroit	Friable
Enracinement	Bonne et abondante	Médiocre
Activité biologique	Bonne	Médiocre
Horizon	Uniforme	Bouleversée
Profil	Stratification non perturbée	Fortement perturbé
Végétation	Abondante et constituée des grands arbres	Faible constitué des herbes
Relief	Su plane, colline	Vallonné, plat

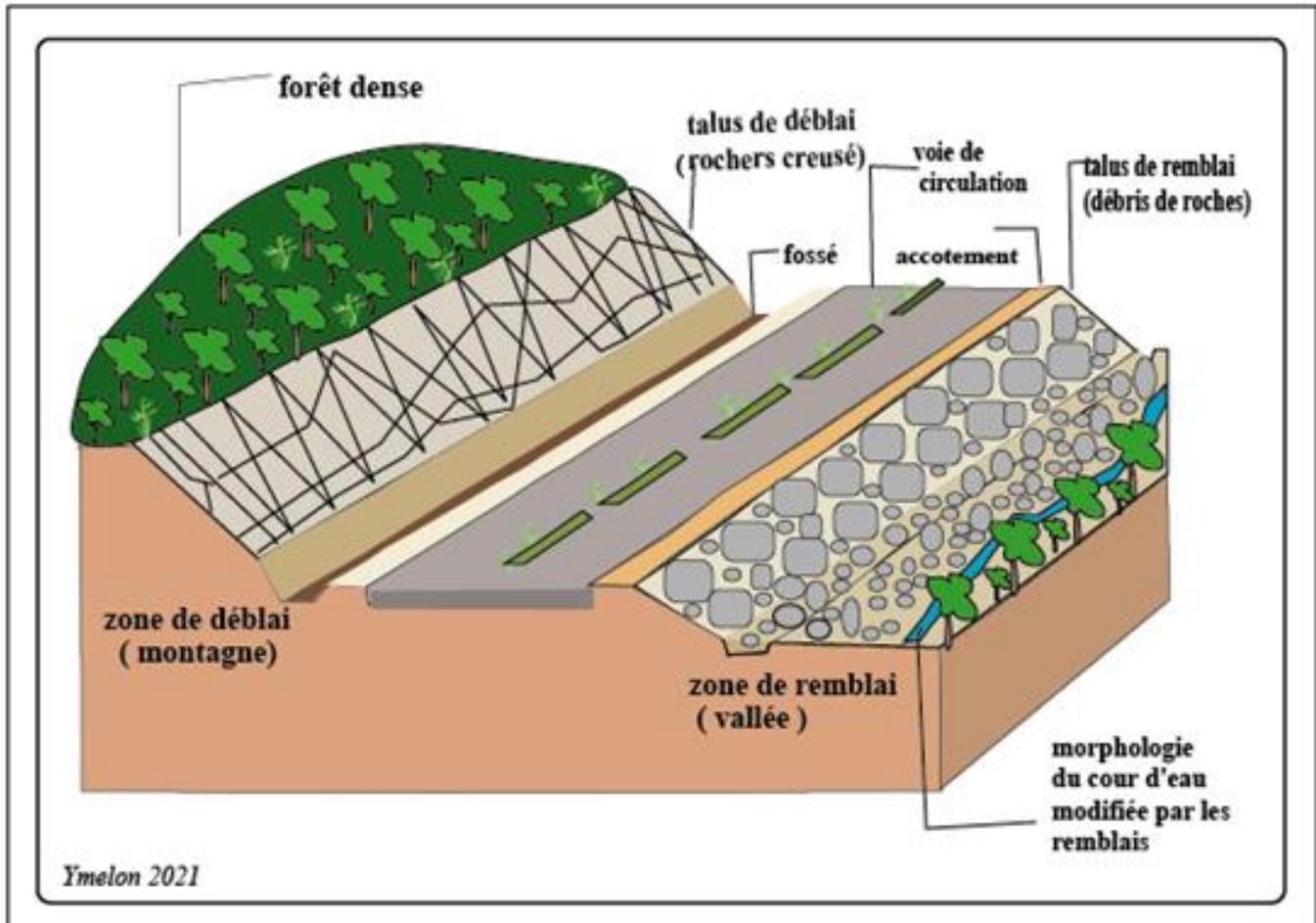
**Source :** Données de terrain 2021

La construction du tronçon d'étude a conduit de prime abord à une modification de la texture du sol, et à un bouleversement des différents horizons des sols lors des terrassements. Ensuite à une forte perturbation de la stratigraphie et une baisse de l'activité biologique dans les sites de dépôts.

Il faut noter que le profil de la zone de dépôt ne présente pas les mêmes caractéristiques pédologiques que celui des sites d'emprunt dû au fait que dans ces endroits, on retrouve les matériaux déblayés de plusieurs sites d'emprunts.

### **2.3.3. L'incidences sur la dynamique des versants et des sols**

Les versants sont soumis généralement à des processus morpho-dynamique perpétuels due à des dispositions physiques du milieu naturel ou à l'intensité des actions anthropiques.



**Figure 20:** modèle représentatif de la modification du paysage après le creusage d'un rocher.

Source réalisée par Ymelon 2021

La dynamique des versants et des sols sur le terrain se traduit par la modification du relief. Une route est un ouvrage linéaire qui s'implante sur un relief qu'elle modifie par ses déblais ou remblais et même par l'arrivée du bitume. A cet effet, il a été observé à PK7 aux coordonnées  $3^{\circ}53'15.18''N$  et  $11^{\circ}20'48.24''E$  un rocher creusé donnant lieu à un terrain plat où passe l'autoroute (photo 6) Non loin de là, une grande vallée a été remblayée par les débris de roches creusés. Ainsi donc, La zone d'influence directe de l'autoroute a subi des transformations allant d'une succession de collines et de vallées à une ligne presque droite et plane (photo 5).



**Photo 7:** vue aérienne de la modification du paysage



**Photo 8:** Observation sur le terrain d'un rocher creusé (PK 7)

L'extraction des terres, des graviers, et même du sable provoque des perturbations, et entraîne aussi un bouleversement de la topographie.

En effet, au niveau des zones de déblais et de remblais, se succèdent des vallons et des buttes qui ne sont rien d'autre que des matériaux issus des rejets de découvertures. Le

paysage présente donc de profondes excavations et des buttes argilo-sableuses) ainsi que les buttes de graviers (planche photo 11).

**Planche Photo 11:** Paysage modifié par les terrassements



A : forme de talus

B : zone de déblais

C : zone de remblais

D : vallée remblayée par du gravier

#### **2.3.4. Les incidences sur les écoulements de surface**

L'analyse de l'incidence à ce niveau porte sur l'écoulement des crues, le régime hydrologique (débits), le transport des solides et la morpho dynamique, la qualité des eaux, les zones humides, l'hydrobiologie de certains cours d'eau. Le tronçon PK0-PK20 traverse le bassin de la Sanaga avec plusieurs sous-bassins, 13 cours d'eau et quelques cours d'eau intermittents. Ce tronçon a donc eu des incidences sur les écoulements, l'accélération des phénomènes d'érosion au droit des ouvrages d'art et la modification du lit de certains cours d'eau traversés.

#### **2.35. Les incidences sur le régime hydrologique**

L'encombrement des bas-fonds et des marécages du fait des dépôts de terre, des débris de roches et d'arbres a modifié considérablement et obstrué la circulation de certains cours d'eau et ruisseaux. Cette perturbation conduit à des inondations au niveau des champs de cacao et de vivres pendant la saison des pluies Il a été mentionné par le chef de village d'Ekekam II que la montée des eaux est très importante au niveau de la rivière "NGA". Cette montée des eaux est causée par un barrage constitué de billes de bois, construit par la société chargée de la construction de l'autoroute. Pour faciliter le passage des camions. Entraînant alors les inondations et la destruction des champs de cacao et des vivres.

La mise en place d'une route sur un bassin versant a de nombreuses conséquences sur le fonctionnement des cours d'eau et les écoulements de surface. En effet, les eaux issues des plates-formes routières ruissellent sur des surfaces imperméables. Cette imperméabilisation a pour conséquence l'augmentation des débits de pointes et des volumes ruisselés et une diminution des temps de concentration.

On conclut de ce fait que la construction de l'autoroute a entraîné une modification locale du drainage naturel des eaux pluviales (planche12). Aussi, les ouvrages de franchissement ont été réalisés dans les lits mineurs des cours d'eau traversés. Ce qui expose ces cours d'eau à la pollution.

**Planche Photo 12:** cours d'eau dévié

Source Cliché Ymelon 2020

**2.3.6. L'incidence sur les eaux superficielles**

En phase de construction, les cours d'eau ont subi le phénomène d'envasement dû au lessivage des sols fragilisés lors des terrassements ou des matériaux stockés par les eaux de ruissellement. La qualité des eaux de ces cours d'eau a également été dégradée par les déchets (eaux usées des bases vie, effluents des ateliers mécaniques, les fuites des hydrocarbures et déchets solides) générés pendant la construction des ouvrages et charriés par les eaux de ruissellement jusqu'au cours d'eau ou déposé expressément dans ces cours d'eau (photo A et B) de la planche 13.

**Planche Photo 13:** aperçu des cours d'eau proches de l'autoroute et éloignés de l'autoroute



Source : données terrain Ymelon 2021

A : cours d'eau proche de l'autoroute

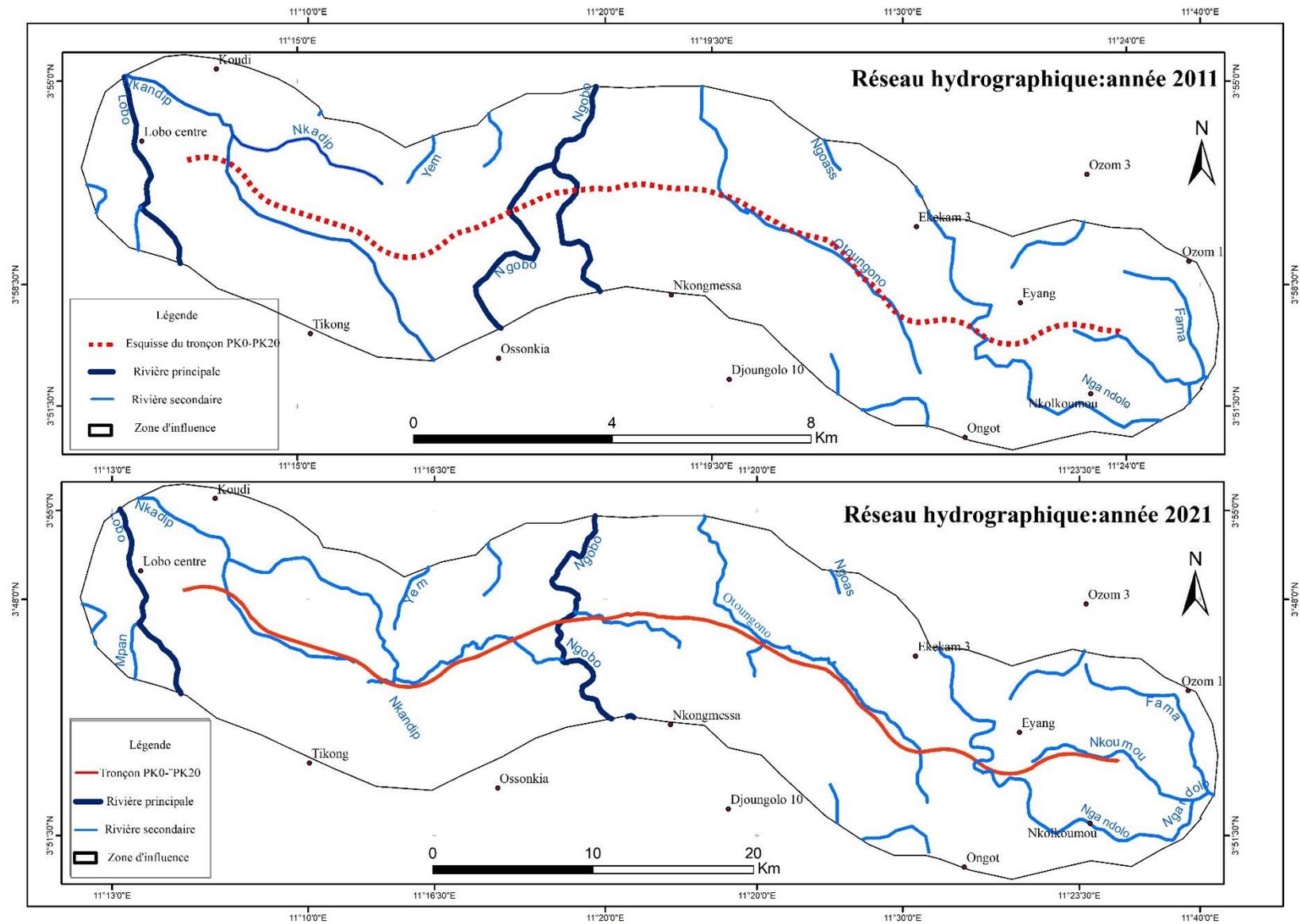
B : aperçu de la rivière Otoungono aux abords de l'autoroute

C : rivière Ngandolo dans le village Ekekam III

La mobilisation et le transport des polluants par les eaux de ruissellement et qui sont ensuite déversés dans les cours d'eau représentent une menace pour la faune et la flore des milieux humides.

### **2.3.7. L'incidences sur la morpho dynamique des cours d'eaux**

L'érosion des sols remobilisés et le lessivage des matériaux stockés par le ruissellement pluvial accentué provoquent l'envasement ou l'ensablement des cours d'eaux et des bas-fonds. La modification du réseau de drainage crée des perturbations de l'écoulement et du comportement hydrologique des cours d'eau. La figure 20 présente le réseau hydrographique de la zone avant et après la mise en œuvre du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala.



**Figure 21:carte de l'évolution morpho dynamique des cours d'eau entre 2011 et2021**

(Réalisé par Ymelon 2021)

De la figure15, il ressort que lors des travaux de construction du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-douala, plusieurs cours d'eau ont été déviés. Il s'agit entre autres des rivières Ngobo, Outoungono, Fama, Nkandip. En effet, le tracé de ces rivières a été modifié lors des déviations et l'on assiste donc à la diminution de la vitesse des écoulements. Cette diminution occasionne une accumulation de la charge sédimentaire. La modification du réseau de drainage des cours d'eau Nkandip, Ngobo, Otoungono et Nkoumoua également entraîné l'assèchement de plusieurs zones humides (photos 7).



**Photo 9:**vallée morte, Ymelon ,2021

#### **2.4.LES INCIDENCE SUR LE MILIEU BILOGIQUE**

La biodiversité est affectée par la phase d'exécution et d'exploitation du chantier, ainsi que des matériaux des carrières. Les conséquences de la construction de l'autoroute Yaoundé-Douala sur la flore et la faune sont entre autres: la destruction et/ou modification du couvert végétal; la disparition des espèces végétales rares, menacées ou en voie d'extinction; la diminution de la productivité des écosystèmes terrestres ou aquatiques; la perturbation de la chaîne alimentaire; le braconnage ; la destruction ,modification et fragmentation de l'habitat de la faune, la Perturbation de l'habitat et des zones de reproduction de la faune en milieu aquatique; les migrations ou déplacements des animaux. De même, l'exploitation de la zone d'emprunt est à l'origine de la destruction de la flore et par conséquent de la destruction de l'habitat de la faune à cet endroit. Cette faune a été obligée de se déplacer vers la forêt

profonde. On note aussi la disparition des espèces de faune menacées d'extinction telles que les pangolins géants.

## **2.4.1. Les incidences sur la faune**

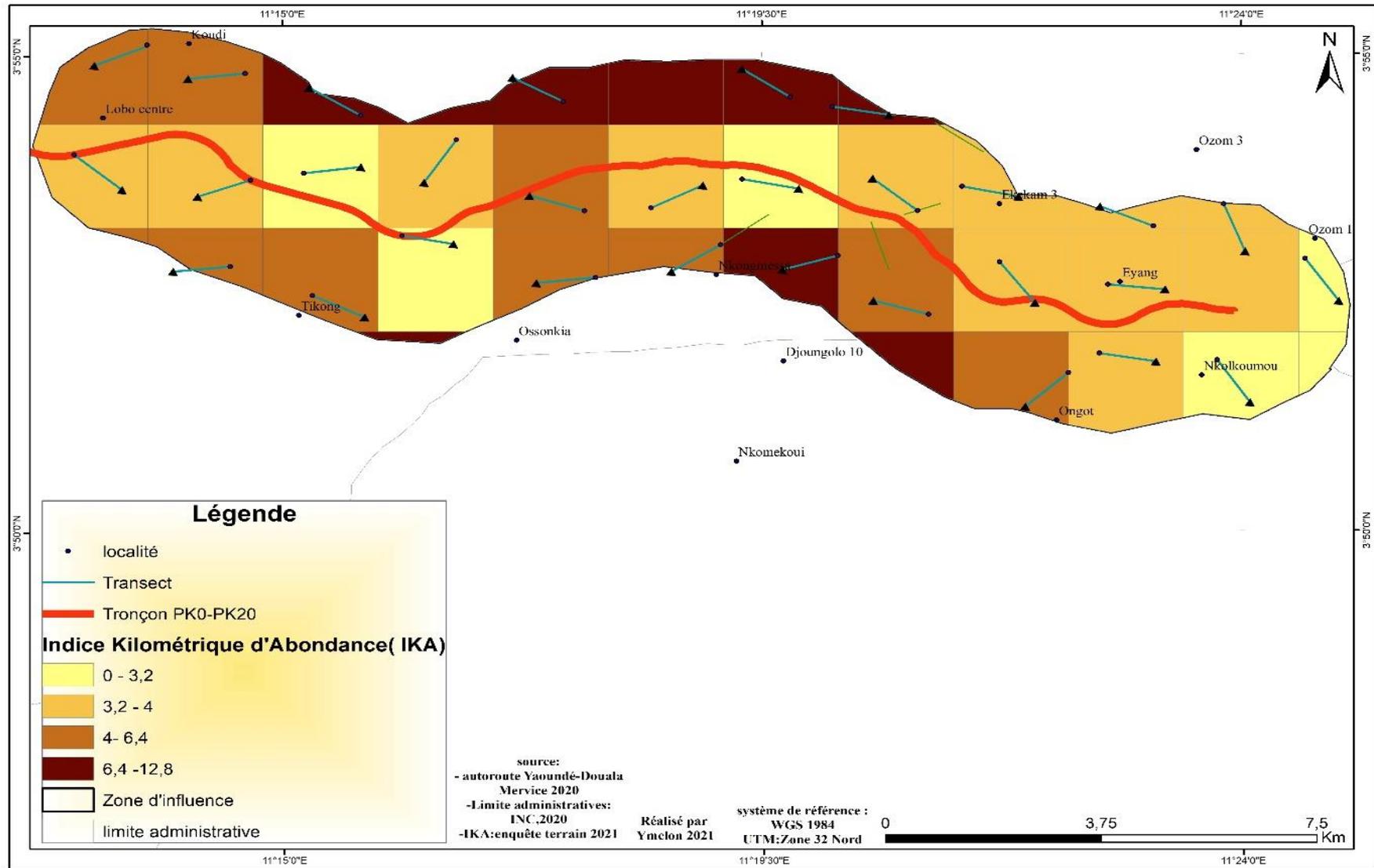
### **2.4.1.1. La distribution spatiale des animaux**

La destruction des gîtes pour de nombreux animaux sauvages, et la présence humaine plus importante dans les zones dénudées pendant les travaux a obligés certains animaux à aller s'installer un peu plus loin. En outre, la fragmentation des habitats créée par l'ouverture de la route a perturbé la mobilité de certaines espèces de faunes tels que les chimpanzés, les gorilles, les buffles, mes antilopes etc....

Les investigations de terrains ont permis de déterminer la distribution et la répartition des animaux. En effet, le site d'étude était le lieu de repère des grands mammifères comme le gorille, les chimpanzés et les buffles, malheureusement l'implantation de l'autoroute Yaoundé-Douala a induit leur déplacement vers le village NKOLMAN II où on retrouve encore des forêts vierges.

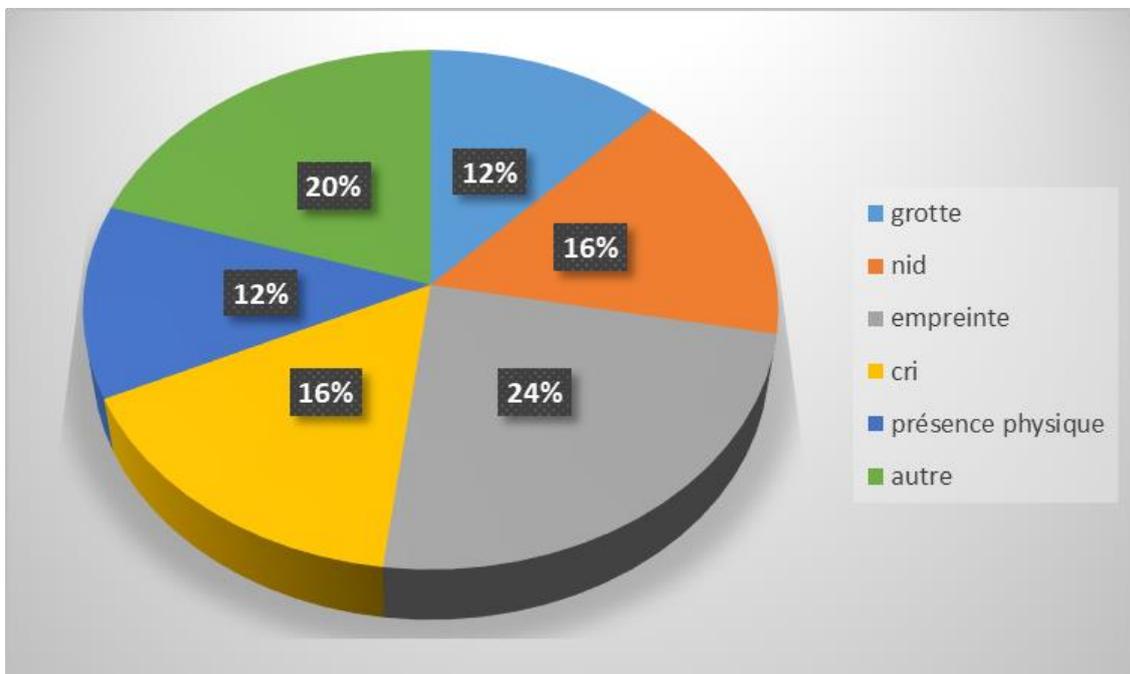
Sur la base des données collectées sur le terrain, quatre zones de concentration des animaux ont été définies en fonction des valeurs d'IKA. Ces zones sont présentées sur la figure 21.

- Les zones de très faible concentration des grands mammifères : IKA (0-3,2) ;
- Les zones de faible concentration des grands mammifères IKA (3,2-4) ;
- Les zones de moyennes concentrations des grands mammifères IKA (4-6,4) ;
- Les zones de forte concentration des grands mammifères IKA (6,4-12,8).



**Figure 22:**indices kilométriques d'abondance de la faune  
Réalisée par Ymelon 2021

De la figure 21, il ressort premièrement que les transects parcourus dans les quadras très proches de l'autoroute sont ceux-là qui présentent une très faible et faible concentration des animaux avec des indices kilométriques d'abondance situés entre  $0 < IKA < 3,2$  et  $3,2 < IKA < 4$ . Les transects effectués dans les quadras qui se situent à cheval entre la forêt dense et l'autoroute présentent une concentration moyenne des animaux avec  $4 < IKA < 6,4$ . Enfin les transects parcourus dans les quadras très éloigné de l'autoroute c'est-à-dire en plein cœur de la forêt dense présentent une forte concentration des espèces animales avec  $6,4 < IKA < 12,8$ . Les relevés effectués sur le terrain présentent également plusieurs indices de présences des animaux (figures 22).



**Figure 23:** Indices kilométrique d'abondance des recès

La concentration des animaux est fonction de leur position par rapport à l'autoroute Yaoundé-Douala. En effet, sur les transects effectués aux abords de l'autoroute, l'IKA est très faible dans certains endroits et faible dans d'autres. Dans la zone d'influence directe, les indices de présence des animaux recensés étaient pour la plupart ceux des petits rongeurs tels que : les rats palmistes, les hérissons, les écureuils etc... ; les reptiles tels que : les vipères, varans et les oiseaux.

Dans la zone située à cheval entre la forêt dense mature et l'autoroute, l'IKA est compris entre les valeurs suivantes :  $4 < IKA < 6,4$ . Les animaux y sont constitués de quelques

moyens mammifères tels que les antilopes, biches, pangolinsetc.... ; Les reptiles tels que les Varans, vipères, serpents boa ; et les rongeurs a l'instar desrats palmistes, hérissons, écureuils et oiseaux.

Dans la zone d'influence indirecte, les transects effectués présentent la concentration des grands mammifères tels que les chimpanzés, les gorilles, les buffles, les pangolins géants, les antilopes etc...

#### 2.4.1.2. Les facteurs liés à la distribution de la faune

##### *Les bruits :*

Le passage d'une route donne lieu à des nuisances sonores. Ces nuisances baissent en fonction de la distance figure23 et 24.



**Figure 24:**donnée acoustique sur un site proche de l'autoroute



**Figure 25:**donnée acoustique sur un site éloigné de l'autoroute

L'analyse de ces figures démontre que, sur le site proche de l'autoroute, le volume de bruit est élevé soit 78,9 dB. Ce site présente un volume minimal de 28,1 dB, un volume moyen de 56,7 dB et enfin un volume maximal de 87,8 dB. Tandis que sur les sites éloignés de l'autoroute, le volume est de 35,2 dB avec un minimum de 21,0 dB, une moyenne de 37,2 dB et enfin un volume maximal de 85,3 dB.

Il ressort que le site se trouvant proche de la route présente un volume de bruit élevé dû au trafic véhicules et engins lourd sur l'axe. Cependant cette même zone a présenté une très faible concentration des animaux (IKA varie entre 0-3,2). Par ailleurs la zone éloignée de l'autoroute enregistre un volume bas qui est de 35,2 dB (ce bruit est constitué en majeure parti des sons des oiseaux et des cris de certains insectes tels que les grillons). Dans ce même site, l'indice kilométrique d'abondance était élevé (6,4-12,8) avec la présence des grands mammifères, rongeurs, reptiles et autres familles d'animaux.

La plupart des animaux en particuliers les grands mammifères et certains oiseaux se retrouvent dans la zone éloignée de l'autoroute dans le but d'échapper aux bruits des trafics sur l'axe routier. En effet, les bruits des activités humaines à travers les engins et véhicules qu'ils conduisent peuvent nuire à la tranquillité d'un animal, l'empêchant ainsi : à mieux de se diriger, de chercher de la nourriture, de défendre son territoire, d'éviter des prédateurs, d'attirer un partenaire ou maintenir des groupes sociaux.

On peut donc conclure au vu des résultats que le bruit a des effets tant sur la communication acoustique de la faune et notamment des oiseaux, que sur les écosystèmes. Les bruits occasionnés par le fonctionnement des engins pendant la phase de construction ont également des répercussions sur les animaux sauvages en général et sur les oiseaux en particulier dans la mesure où, ces travaux perturbent leur quiétude. Ceci se fait aussi ressentir chez les rongeurs et certains reptiles. Le bruit est un facteur du déplacement des animaux vers d'autres zones. Il influence la concentration des animaux.

## **2.4.2. Les incidences sur la végétation**

### **2.4.2.1. Les incidences sur la biodiversité floristique**

La biodiversité floristique se trouve atteinte lorsqu'un aménagement risque de détruire de manière significative la population des espèces. Le préjudice est d'autant plus important que l'espèce considérée soit rare et menacée.

Les faciès de forêt rencontrés dans la zone d'influence du projet correspondent à la forêt dense vieille et la forêt claire. Cependant, une observation détaillée permet de distinguer également des formations herbeuses. Les différentes essences floristiques recensées sur le site au début et à la fin de chaque transect et même pendant les recès, ainsi que leurs usages sont présentés dans le tableau 17.

**Tableau 17:** essences floristiques recensées sur le site.

N°	Noms scientifique	Noms communs	Noms commercial	Usages Compléter cette case !!!!
1	<i>Triplochitonselexylon</i>	Ayous	Ayous	Fabrication de pirogue, tam-tam, mortiers, objet sculptés
2	<i>Clorophoraexcelsa</i>	Abang	Iroko	Construction ou la menuiserie
3	<i>Baillonellatoxisperma</i>	Adjap	Moabi	Construction et ébénisterie
4	<i>Sarcocephalustrillesii</i>	Akondoc	Bilinga	Construction
5	<i>Pycnathuskombo</i>	Eteng	Ilomba	
6	<i>Mitragynemacrophylla</i>	elilom	Bahia	Commerce
7	<i>Pterocarpussoyauxii</i>	Mbe	padouk	Fabrication des pirogues
8	<i>Lophraprocera</i>	Okoka	Azobé	Construction lourdes : ouvrage portuaire
9	<i>Terminaliasuperba</i>	Akom	Fraké	Commerce
10	<i>Antrocaryonklaineinum</i>	Engongui	Ozambili	Non commercial
11	<i>Aucoumea klaineana</i>	okoumé	okoume	Déroulage, menuiserie intérieure, moulure
12	<i>Entandrophragmacylindricium</i>	Assié	sapelli	Ebénisterie, décoration...
13	<i>Pericopsiselata</i>		Assamela	Construction des navales
14	<i>Cylicodiscusgabunensis</i>	Oken	okan	Fabrication des ponts, traverses de chemins de fer

15	<i>Lovoatrichilioides</i>	bibolo	dibetou	Utilisé en menuiserie intérieure et en ébénisterie ( charpente, contreplaqué, porte, lambris et habillage intérieure
16	<i>Myrianthusarboreus</i>	engokom	Engokom	Usages médicinales
17	<i>Phyllanthus discoideus</i>	Ebebeng,	Ebebeng	Médecine vétérinaire traditionnelle
18	<i>Persea americana</i>	Fia	Avocatier	Consommation alimentaire
19	<i>Musangacecropiodes</i>	Parasolier / asseng	parasolier	Utilisé localement pour la réalisation des charpentes de cases, de meubles
20	<i>Eucalyptus saligna</i>	Eucalyptus	Eucalyptus	Utilisation phytothérapique
21	<i>Tabernaemontana crassa</i>	Etoan	etoan	
22	<i>Spathodeacampanulata</i>	evovone	Tulipier d'Afrique	
23	<i>Entandrophragmacandollei</i>	Atomassié	kossipo	
24	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	atui	Dabema	
25	<i>Adansoniadigitata</i>	baobab	baobab	

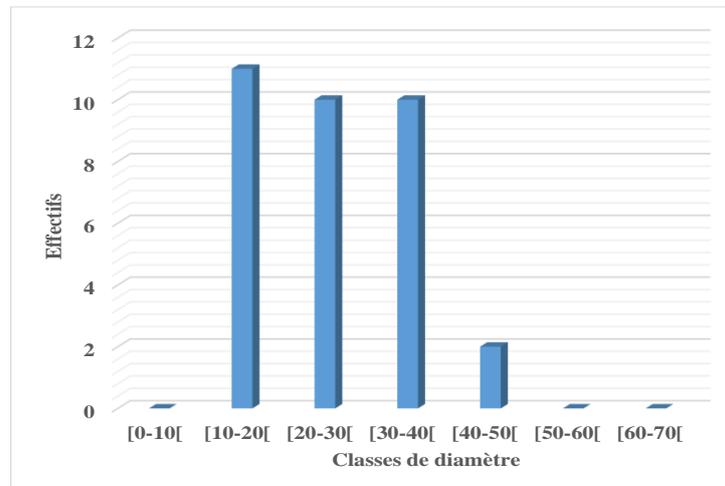
Source relevée de terrain 2021 ; CIFORD 2015)

A côté des espèces ci-dessus citées, d'autres espèces ligneuses favorisées par l'Homme s'observent également. Il s'agit principalement des espèces fruitières et de quelques plantes herbacées.

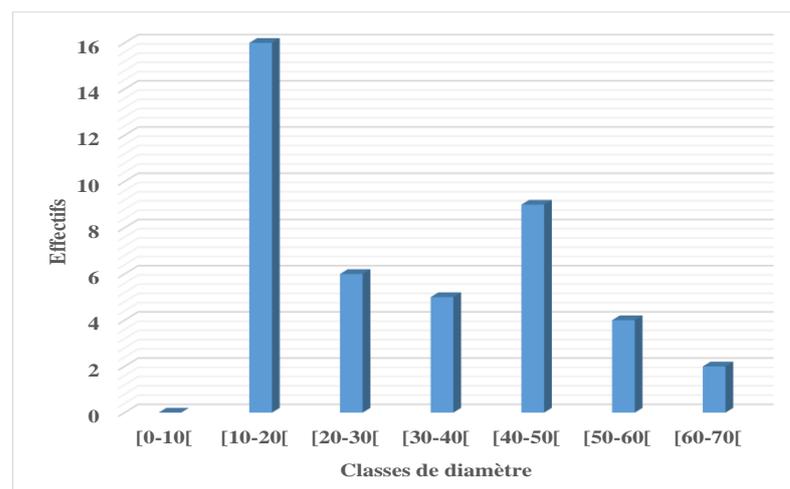
#### 2.4.2.2. La distribution des arbres par classe de diamètres

La distribution des arbres par classe de diamètres et des hauteurs est d'une grande importance dans l'étude de la dynamique spatio-temporelle des peuplements figure 25 et 26. Elle est considérée comme un indicateur indirect au niveau d'équilibre des classes d'âges, et peut rendre compte des phases vécus par la population en terme de perturbation et de

régénération et d'autres part elle peut indiquer si l'intensité de l'exploitation a affectée la structure du peuplement dans la zones étudiées (onana et Devineaumomo et al, 2017).



**Figure 26:**classes des diamètres des arbres proches de l'autoroute



**Figure 27:**classes des diamètres des arbres éloignés de l'autoroute

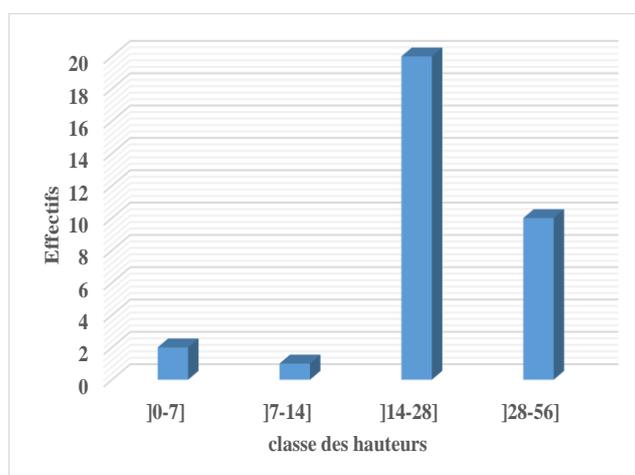
Les figures 27 et 28 présentent la distribution des arbres autour du tronçon PK0-PK20 de l' autoroute Yaoundé-Douala en fonction des classes de diamètres. Force est de constater que sur les transects proches de l' autoroute, les arbres recensés possèdent des valeurs qui varient entre 10 et 50 cm de diamètre. Toutefois, à partir de la classe de diamètre compris entre 40 et 50 cm, le nombre d'individus décroît brusquement pour atteindre la valeur la plus faible.

S'agissant des données collectées à dans la zone éloignée de l' autoroute, il est fait un constat selon lequel les diamètres y varient de 10 à 70 cm, avec une légère augmentation des classes de diamètres.

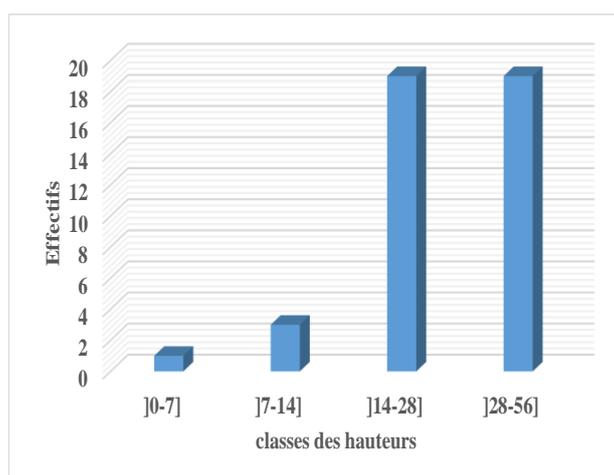
Les classes diamétrales  $>50$  cm sont présentes dans les sites échantillonnés loin de l'autoroute. Cependant ces mêmes classes de diamètres sont quasi-absentes dans les transects situés près de l'autoroute. Cette disposition peut être liée aux terrassements et à l'abattage des arbres pour l'ouverture des sites et des carrières.

#### 2.4.2.2. La distribution des arbres par classe de hauteur

La répartition des individus en fonction des classes de hauteur dans les différents sites, montre une faible représentativité des jeunes individus dans les sites situés loin de l'autoroute (figure 28). Les hauteurs des individus de chaque relevé ont été estimées visuellement.



**Figure 28 :** classes des hauteurs des arbres proches de l'autoroute



**Figure 29:** classes des hauteurs des arbres éloignés de l'autoroute

Il en ressort d'une façon globale que les arbres dont les hauteurs varient entre 28 et 56 mètres ont un effectif moins élevé sur les transects qui se situent près de l'autoroute par rapport à ceux recensés plus loin dans la forêt.

Les structures en diamètres et en hauteurs établies sur les transects proches et éloignés de l'autoroute montrent une forte distribution des espèces à grands diamètre et à grande hauteur sur les transects situés dans la zone d'influence indirecte de l'autoroute. Ce phénomène traduit un appauvrissement de la zone d'influence directe de l'autoroute en ligneux de grands diamètres et hauteurs. Les arbres se situant dans la zone proche de l'autoroute sont en plein dans le processus de régénération. On peut donc penser globalement que les activités de construction du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé Douala a généré des perturbations dans la distribution et la réparation des individus floristiques.

#### **2.4.2.3. Les incidences sur les plantations**

L'implantation du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala a induit l'introduction de plusieurs parcelles de cultures aux abords de l'autoroute. En effet, l'abattage des arbres a créé des ouvertures de vastes superficies de terrains ce qui a favorisé l'implantation de plusieurs plantations de bananiers, bananiers plantains (photo A), champs de maïs (photo B), pépinière de cacao (photo C) en bordure de l'autoroute.

**Planche 1 : plantation en bordure de l'autoroute**

(photo, Ymelon 2020)

A : plantation de banane plantain

La synthèse des incidences de la construction du tronçon Pk0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala sur les milieux naturels est présentée dans le tableau 19.

**Tableau 18:** tableaux synthétiques des incidences de la construction de l'autoroute Yaoundé-Douala sur les milieux naturels

Activités source	Milieu biophysique affecté	Incidence induit
-Terrassements (déblais / remblais) -exploitation des carrières -installation de la base de vie	-végétation - sols -eau superficielle -micro-organismes -paysage -faune	-déforestation/ destruction du couvert végétal -érosion / décapage du sol/ tassement des sols -l'ensablement des cours d'eaux -destruction de l'habitat des micro-organismes vivant dans le sol. -destruction d'habitats naturels de la faune -modification de la morphologie du site - fragmentation des habitats fauniques -érosion des sols meubles mis à nu lors des terrassements
Explosion des rochers	-Faune -flore	-extinction des espèces telles que les escargots et les tortues -destruction (pourritures) des plantes telles que les bananiers plantains et les tubercules et feuilles de manioc -éloignement des grands mammifères dus aux nuisances sonores
Construction des barrages ou ponts sur les cours d'eau et rivières	-Eau superficielles -plantations	-inondations(rivièreNgaNdolo) -destructions des plantations de cacao et de vivres.

Déviations des cours d'eau	-faune aquatique -vallée -cours d'eau	- destruction des habitats et perte de la biodiversité aquatique -assèchement des vallées et des cours D'eau. -perturbation de la faune aquatique -perturbation des cours d'eau (régime, turbulence)
----------------------------	---	---

## CONCLUSION

Ce chapitre était consacré à évaluer la dynamique des milieux naturels après l'implantation du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala. Cette réflexion a été organisée en deux grands axes :

Le premier était celui de la dynamique du milieu physique. Au vu des observations de terrain et des traitements cartographiques, il ressort que l'implantation de ce tronçon a entraîné une défiguration du paysage et la modification de la topographie naturelle de la zone due à la succession des déblais, des remblais et la présence des zones de carrières, la perte des sols occasionnée par l'érosion des surfaces dénudées et le bouleversement des profils pédologiques de certaines zones. Pour ce qui est du réseau hydrographique, il est à noter que la construction de l'autoroute a induit le recalibrage et l'artificialisation de certains cours d'eau et rivières à l'instar des rivières Nga, Ngoass, Outtougono etc.... L'augmentation du volume de sédiment lessivé entraînant l'ensablement du fond des lits de certaines rivières et enfin la recrudescence des inondations due à l'obstruction des cours d'eau par des débris de bois.

Le deuxième axe était celui de la dynamique des milieux biologiques. Cette étude a permis de caractériser la situation de référence des principales unités d'occupation des terres entre 2011, 2014 et 2021 à partir des outils et méthodes de la géomatique. Il ressort de cette étude que les unités d'occupation des terres ont considérablement évolué. On note d'une part une expansion remarquable des sols nus, des zones bâties et des forêts dégradées d'autre part une régression des forêts denses et des forêts marécageuses. En ce qui concerne la faune, les investigations sur le terrain montrent une dégradation d'habitat des différentes espèces, la disparition de certaines zones écologiques (vallées mortes, cours d'eau enterrés). La diminution de la diversité biologique aux abords de l'autoroute.

L'indice kilométrique d'abondance montre que l'autoroute a influencé sur la disparition, la répartition et la concentration de certaines espèces animales et même végétales.

## **CHAPITRE 3 :**

# **MESURES D'ATTENUATION ET DE REDUCTION DES INCIDENCES REPERTORIEES**

### **INTRODUCTION**

La mise en place de mesures d'atténuation peut être prescrite pour réduire les incidences répertoriées dans le chapitre précédent. Elle correspond à l'un des moyens parmi les plus efficaces pour atteindre la réduction des incidences environnementales des projets. La mise en œuvre de mesures d'atténuation permet soit d'atténuer, soit d'éliminer les incidences environnementales d'une activité ou d'une composante du projet. En pratique, les mesures d'atténuation constituent des « correctifs », plus ou moins significatifs, apportés aux diverses composantes et activités projetées. Les principaux axes sur lesquels ce chapitre est orienté porte sur les mesures d'atténuation et de réduction des incidences sur le milieu physique d'une part et ceux sur le milieu biologique d'autres parts.

### **3.1. LES MESURES D'ATTENUATION ET DE REDUCTION DES INCIDENCES SUR LE MILIEU PHYSIQUE**

#### **3.1.1. Les mesures de réduction et d'atténuation des incidences sur les sols**

##### **3.1.1.1. La Protection des talus contre l'érosion et les glissements de terrain**

###### **3.1.1.1.1. La Végétalisation des talus**

Il est particulièrement important d'établir rapidement un couvert végétal stable sur les surfaces qui ont été rendues nues pendant les travaux : zones d'emprunt, abords de l'autoroute, zones d'exploitation des carrières. Ces plantes serviront à cet effet à réduire l'érosion des sols, à compenser la végétation perdue lors des terrassements, à consolider les talus et empêcher les glissements de terres et autres matériaux de déblais retirés lors du terrassement, et à favoriser le drainage des talus grâce à leur système racinaires qui assèche rapidement le sol. Ces plantations ont également pour rôle de masquer les blessures infligées au paysage notamment au niveau des sols décapés et exposés à l'érosion.

La technique consiste à réinstaller un couvert végétal sur une pente mise à nu (photo6) par l'érosion ou par des travaux de terrassement (photo 6) ce qui permet à la végétation de fixer le talus par son emprise au sol (racines, couvert aérien) et délimiter ainsi le départ de

sols et de pierres. En parallèle, des dispositifs peuvent être installés pour stabiliser les terrains et assurer la prise de la végétation.



**Photo 10:** pente de remblais, investigation terrain 2020

### **3.1.1.1.2. Les masques et éperons drainants**

Les masques drainants sont des ouvrages en matériaux granulaires grossiers mis en place en parement de talus, leur rôle est d'annuler la pression interstitielle dans la portion correspondante de terrain, mais leurs caractéristiques très flottantes apportent également un gain de stabilité. Les éperons drainants sont des sortes de masques discontinus. Ils sont utilisés s'il est inutile ou difficile de réaliser un masque. Alors, on se contente de faire des saignées remplies de matériaux drainant régulièrement espacés.



**Photo 11: enrochement d'un talus**

Source : [www.mycailoux-sud.com](http://www.mycailoux-sud.com)

### **3.1.1.1.3. Le Soutènement par clouage**

C'est une technique qui consiste à renforcer des sols *in situ* par des barres passives. Ces barres peuvent être battues ou scellées dans des trous de forages. Elle est principalement développée dans deux domaines :

- Le soutènement des excavations
- La stabilisation des pentes :

Ces inclusions métalliques peuvent travailler aussi bien en traction, en flexion ou en cisaillement, suivant le type d'ouvrage. Cette technique repose sur un transfert des efforts du sol vers les barres par mise en butée du terrain (photo10).



**Photo 1: versant stabilisé par clouage**

#### **3.1.1.1.4. Le drainage des terrains**

Compte tenu de la topographie, il convient de canaliser les eaux de ruissellement afin d'éviter qu'elles ne viennent dégrader les sols. Ce drainage en amont vise à protéger les talus. Le dispositif de drainage comprend :

- Une tranchée drainante : disposée sous le fossé bétonné de forme trapézoïdale en pied du talus de déblai, cette tranchée aura pour rôle de protéger le corps de chaussée et le corps du remblai des infiltrations provenant du talus ;
- La Protection des berges.

#### **3.1.1.1.5. Les géotextiles**

Les géotextiles sont des produits textiles à bases de fibres polymères utilisées au contact du sol dans le cadre d'application dans le domaine la géotechnique et du génie civil.

Leurs domaines d'utilisation sont très vastes et concernent aussi bien la géotechnique routière, les centres de stockage des déchets, les aménagements hydrauliques, la stabilisation des sols et le renforcement des fondations.

Les principales fonctions des géotextiles sont :

**La séparation** : éviter l'interpénétration des sols de nature et de granulométrie différente

**La filtration** : assurer le passage de l'eau dans le plan de la nappe

**Le renforcement** : améliorer la résistance d'un massif de sol dans lequel il est inclut ;

**Le drainage** : assurer le passage de l'eau dans le plan de la nappe ;

**La protection** : protéger une structure fragile contre les éléments poinçonnant.

**Lutte contre l'érosion** : limiter les mouvements des particules de sol en surface causés par l'eau ou le vent.



**Photo 12: talus soutenus par géotextiles source : gateway structure**

### **3.1.1.2. La mise en œuvre d'un dispositif de surveillance des glissements de terrain**

L'installation de systèmes de mesure et de surveillance des différents paramètres des glissements de terrain ont pour but de pouvoir suivre les déplacements en profondeur et à la surface du sol. Ces multiples enregistrements des mouvements du sol permettent de pouvoir prédire le déclenchement imminent de glissements de terrain et d'alerter les autorités avant le

déclenchement de la crise. Il s'agit de contrôler en temps réel l'évolution des glissements de terrain de façon régulière et permanente<sup>3.1</sup>

### **3.1.2 Les mesures de protection contre l'érosion et déstabilisation des sols dénudés**

- Remettre en état les espaces perturbés (sites d'emprunts, abords de la route et des ouvrages d'art construits), et y planter les arbres et/ou du gazon de protection ;
- Prévoir le réaménagement du site à la fin des travaux ;
- Compacter les sols remaniés et favoriser l'implantation d'une strate herbacée stabilisatrice.
- Bien canaliser les eaux de ruissellement pour éviter les désagréments aux cultures et aux constructions riveraines ;
- Aménager avec beaucoup d'attention et de manière durable (maçonner) toutes les rigoles en leur donnant une dimension suffisante pour évacuer les débits importants d'eaux ; leur donner aussi une pente qui n'admet pas de dépôt sinon, ils vont vite s'ensabler et/ou se combler et faire à ce que les eaux envahissent et détruisent la route ;
- Réduire l'effet de l'érosion sur l'arrachement du sol en procédant à l'enherbement des talwegs ;
- Tailler les talus de remblais et déblais suivant des pentes bien calculés pour éviter leur érosion rapide.

### **3.1.3. Les mesures de réduction et d'atténuation des incidences sur l'hydrographie**

#### **3.1.3.1. La modification des écoulements des eaux de surface et souterraines, ainsi que des conditions de drainage**

- Entretenir régulièrement le lit et les berges des cours d'eau pour assurer le bon fonctionnement des ouvrages hydrauliques et notamment éviter tout risque de dégradation par la présence d'embâcles ou de végétation trop invasive ;
- Respecter le drainage superficiel en tout temps. Éviter d'obstruer les cours d'eau, les fossés ou tout autre canal, notamment par les débris qui entravent l'écoulement normal des eaux. : Aucun arbre ou résidu de coupe ne doit se retrouver dans un cours d'eau ou dans un lac. Puisque tel est le cas dans la rivière NGA, les débris doivent être enlevés en occasionnant le moins de dérangement possible au lit et aux berges de ce cours d'eau ;

- Multiplier les exutoires en phase de construction, pour diriger les eaux de ruissellement vers les zones qu'elles ne vont pas éroder et où elles vont se décanter et déposer les produits d'érosion avant de se jeter dans les cours d'eau ;
- Planter du gazon dans les zones où les eaux traversant les buses ont été dirigées ;
- Préserver, restaurer et créer de zones humides fonctionnelles. La restauration hydro-morphologique des cours d'eau contribue à réguler les inondations et protéger les ressources en eau lors de sécheresses ;
- Végétaliser le territoire du bassin versant (plantations de haies, végétalisation des versants...). Ce qui permettra de stabiliser le sol et donc de ralentir le ruissellement. Ceci réduit aussi les risques de glissement de terrain et de coulées de boue. La végétalisation du territoire du bassin versant participe à la stabilisation du sol et également au ralentissement du ruissellement grâce aux racines des arbres et des végétaux. Ceci est particulièrement important dans des contextes de forte pente ;
- Végétaliser les lits des ravines érodées pour réduire les sédiments fins- dans les rivières
- Reméandrer les cours d'eau pour les ralentir : la sinuosité pourrait être choisie en se basant sur l'état historique et sur les portions rivières similaires situées à proximité ;
- Aménager des zones d'expansion des crues pour permettre au cours d'eau de déborder ;
- Afin de réduire les apports de sédiments tout en initiant un processus de restauration écologique des milieux dégradés, Des ouvrages de génie végétal sont placés dans les lits des ravines érodées et constituent des obstacles végétaux efficaces pour piéger et retenir les sédiments. Ces haies brise-crue, situées en fond de vallée ou sur les versants, participent à l'interception des ruissellements et réduisent ainsi les risques d'inondation en retardant la propagation des pics de crue et en retenant les coulées de boue dans les parcelles pentues.
- Procéder de façon systématique à l'entretien des déviations créées ;

Toutes ces mesures de réduction des effets sur l'hydrographie du tronçon PK0-PK20, permettent de maintenir ou rétablir un bon fonctionnement du milieu naturel et notamment les rôles de :

- Absorber les eaux issues des débordements de cours d'eau et du ruissellement. Les écosystèmes constituent alors une zone tampon lors des inondations ;

- Stocker les eaux qui sont ensuite restituées au milieu naturel et alimentent les nappes phréatiques et les cours d'eau. Cela permet de diminuer les enjeux de sécheresse des territoires ;
- Ralentir la hauteur et la vitesse de l'eau ce qui réduit les conséquences lors des crues (érosion, inondation) ;
- Diversifier les écoulements et des habitats ;
- Restaurer la continuité écologique (poissons, sédiments) ;
- Augmenter la capacité du cours d'eau à accueillir une faune diversifiée ;
- Rehausser les niveaux d'eau en période d'étiage ;
- Réduire les hauteurs des crues ;
- Retrouver un meilleur fonctionnement écologique de la vallée.

## **3.2. LES MESURES D'ATTENUATION ET DE REDUCTION DES INCIDENCES SUR LE MILIEU BIOLOGIQUE**

### **3.2.1. Les mesures de réduction et d'atténuation des incidences sur le couvert végétal**

#### **3.2.1.1. Les mesures de compensation des répercussions des terrassements sur le couvert végétal**

- De procéder au remplacement le long de la route, de tous les arbres détruits par les travaux végétaliser dès que possible les talus de remblai de l'autoroute ;
- Le reboisement des zones d'emprunt de latérite, des carrières d'extraction de la latérite, par des essences locales ou d'arbres fruitiers ; l'on pourra expérimenter les essences hydrophiles pour les berges des cours d'eau ;
- Remettre en l'état et reboiser les espaces perturbés et les carrières exploitées ;
- D'interdire que les emprises réglementairement prévues pour la route soient occupées par les constructions pérennes des populations.

#### **3.2.2. La Perturbation de la faune et de son habitat**

- Mise en place des buses dans les clôtures pour assurer la circulation des petits mammifères, reptiles et amphibiens ;
- Suivre l'évolution de la faune par inventaire ;
- Créer et restaurer les habitats pour la biodiversité (en éradiquant les espèces exotiques envahissantes afin de libérer les niches et réhabiliter les friches pour restaurer l'habitat d'une espèce en voie d'extinction ;

- Créer des voies de déplacement, de dispersion ou de migration (corridor écologique) dans un habitat fragmenté afin de favoriser le déplacement des individus nécessaires à leur reproduction ;
- Contrôler l'exploitation commerciale, la chasse, la pêche et rétablir les habitats naturels ;
- Maintenir les habitats naturels en empêchant toutes constructions ou plantations susceptible de le faire disparaître.

## **CONCLUSION**

En définitif, il était question dans ce chapitre de proposer quelques mesures réalistes d'atténuation et réduction des incidences de la construction du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala sur les milieux naturels. Cette réflexion a été organisée en deux grands axes.

Le premier était basé les mesures d'atténuations et de réduction des incidences sur les milieux physique. Au vue de la revue documentaire, il ressort que sur les milieux physiques, les mesures réalistes de l'incidence répertoriée sont : la végétalisation des talus, le drainage des terrains, la mise en œuvre d'un dispositif de surveillance des glissements de terrain etc....

La deuxième partie était centré autour des mesures d'atténuations des incidences sur le milieu biologique ; parmi les mesures proposées, on peut citer : le reboisement des zones d'emprunt de latérites, des carrières d'extraction par les essences locales ou des arbres fruitiers, d'interdire que les emprises réglementairement prévues pour la route soient occupées par les constructions pérennes des populations.

## CONCLUSION GENERALE

En somme, il était question pour nous d'analyser les incidences de la construction du tronçon PK0-PK20 sur la dynamique des milieux. Pour y arriver, nous sommes partis de l'hypothèse selon laquelle la construction du tronçon PK0-PK20 génère des incidences sur la dynamique des milieux naturels. Pour vérifier cette hypothèse, la réflexion a été organisée en trois chapitres, le premier étant : la présentation de l'état initial du milieu naturel, le deuxième chapitre traite de la consistance des travaux de la construction du tronçon PK0-PK20 et l'identification des incidences sur le milieu physique et biologique et enfin le troisième chapitre est consacré aux mesures d'atténuations et de réductions des incidences répertoriées.

La présentation du milieu naturel s'est faite en deux parties : la description du milieu physique et celle du milieu humain. Le milieu physique est constitué du contexte hydro-climatique, du cadre morpho-pédologique et des spécificités du milieu biologique. Il ressort de cette partie que le climat qui y règne est de type équatorial, avec un réseau hydrographique constitué de 2 grands cours d'eaux et des affluents. Le relief y est accidenté avec une succession de colline et de vallée, les sols sont regroupés en trois types : les sols hydromorphes, les vertisols, et les sols ferrallitiques. Cette zone est constituée essentiellement des roches métamorphiques et plutoniques. S'agissant de la végétation située autour du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala, elle est constituée des forêts secondaires vieilles, des forêts dégradées, des forêts ripicoles, des bas-fonds à raphiales et de quelques zones de plantation. En outre, on y retrouve plusieurs espèces floristiques et fauniques. Les différents groupes ethniques dominant dans la zone sont : les Etons, les Ewondos et les Bassas. Ces différents résultats ont permis de confirmer l'hypothèse selon laquelle la zone d'étude présentait une diversité physique et biologique très riche avant le démarrage des travaux de construction du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala.

Pour ce qui est des incidences, ils sont fonction des entités : sur le plan géomorphologique, il ressort que l'implantation du tronçon PK0-PK 20 a entraîné une défiguration du paysage, la modification de la topographie naturelle et le bouleversement des profils pédologiques due à la succession des déblais, remblais et à l'érosion des sols. La construction de ce tronçon présente également les incidences sur le réseau hydrographique, il

s'agit de : le recalibrage et l'artificialisation des cours d'eau tels que : Ngoass, Nga, OttouNgono..., l'assèchement de certaines vallées dû aux déviations, l'augmentation du débit de certains cours d'eau et la recrudescence des inondations. Les outils et méthodes de la géomatique ont permis de caractériser la situation des principales unités d'occupation du sol entre 2011, 2014 et 2020. De façon générale, l'analyse de la dynamique de l'occupation du sol dans la zone montre une régression remarquable de la végétation au profit des sols nus et des zones occupés par le bâti. Ainsi, le taux d'évolution des différentes classes d'occupation du sol se présente comme suit : les forêts denses entre 2011 et 2014 ont eu un taux de régression de -14,49%. Pour ce qui est des complexes forêts jeune/cultures/jachères, le taux de régression est de -65,32%. Les surfaces dénudées quant à elles ont évolué de manière progressive avec un taux de 167,84 % entre 2011 et 2020. Le bâti quant à lui présente un taux d'évolution de 702,71%.

La construction de l'autoroute Yaoundé-Douala a eu des incidences sur la distribution de la faune et leur répartition. Dans la mesure où les terrassements ont contribué à la fragmentation de leur habitat, les bruits des engins lors de la construction ont occasionné leur déplacement, les produits utilisés pour l'explosion des rochers ont également occasionné la disparition de certaines espèces fauniques telles que les tortues et les escargots. C'est à la suite de ces résultats que l'hypothèse selon laquelle, les activités de construction de l'autoroute Yaoundé-Douala induisent une série d'incidences notables sur les milieux naturels a été vérifiée.

Par la suite, plusieurs mesures réalistes ont été proposées pour atténuer et/ou réduire certaines incidences. Il s'agit des mesures de Protection des talus contre l'érosion et les glissements de terrain, Les mesures de protection contre l'érosion et déstabilisation des sols dénudés, Les mesures de réduction et d'atténuation des incidences sur l'hydrographie, Les mesures de compensation des répercussions des terrassements sur le couvert végétal et enfin les mesures d'atténuation et de réduction des incidences sur la faune.

## BIBLIOGRAPHIE

- (FHEC), C. F. (2013). *Projet d'Autoroute Yaoundé-Douala (phase I) Rapport d'étude d'impact environnemental et social*. A.
- (MINFOF), M. d. (2006). *Arrêté N°0244/A/MINFOF du 23 Mai 2006 fixant les normes d'inventaires des espèces fauniques en zone de savanes Camerounaise*.
- (MINFOF), M. d. (2018). *Directives nationales d'inventaires des populations de grands et moyens mammifères dans les écosystèmes terrestres du Cameroun*.
- ADJAHO, K. D. (2010). *Développement des espaces géographiques. exemple du terroir d'Assomé dans la basse vallée du zio*. maîtrise en géographie, lomé.
- AISSA, M. H. (2011). *Analyse et modélisation d'un glissement de terrain. cas de Sidi Youcef (Beni Messous, Alger)*.
- ATOBA TONKEU Audrey, F. (2019). *Impacts des activités anthropiques sur l'évolution morphologique du chenal de la MEFOU, Yaoundé (SUD-CAMEROUN)*. Memoire Master, Université Yaoundé I, Yaoundé. Consulté le Novembre 19, 2021
- BACHA, A. (2007). *Exposé etude d'impact des projets routiers sur l'environnement*. memoire master II. Consulté le janvier 25, 2020, sur <http://www.memoireonline.com>
- BARRUE-PASTOR, M. T. (s.d.). *Le Géosystème: nature "naturelle" ou nature "anthropisée"* (éd. CNRS Editions). openEditionBooks. Récupéré sur [books.openedition.org](http://books.openedition.org)
- BERGER, A. (2006). Les impacts du reseau routier sur l'environnement. *Ifen*. Récupéré sur <http://www.ifen.fr>
- BERTALANFFY, L. V. (1968). *General système theory. foundations, development, applications*. New York.
- BILLON Virginie, C. c.-e.-f. (2017, juillet 17). *Infrastructure: ecologie routière*.
- BOUBOUCHA marc, J. B. (2010). *Definition d'une base de données des pressions sur les lagunes méditerranéennes française*. covention ONEMA Ifremer. Ifremer. Récupéré sur <http://www.ifremer.fr>
- CEPRI. (s.d.). *Gérer les inondations par ruissellement pluvial Guide de sensibilisation*. Les collectivités en Europe pour la prévention du risque d'inondation.
- CEREMA. (2017, juillet 17). *Infrastructures: écologie routière*. Récupéré sur [www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)
- CEREMA. (s.d.). *Adapter la gestion des bords de routes pour préserver les insectes pollinisateurs sauvages* (Vol. 150 pages). (Cerema, Éd.)

- DIAW, a. a. (s.d.). *Résolution des difficultés rencontrées et méthodologie d'exécution pour la construction d'une route, mise en place des différentes couches.*
- DJEKDA, D. (2014). *Inventaire de la faune sauvage sur les transects permanents en périphérie nord-est et dans le parc national de boumba-bek, sud-est Cameroun.* Master professionnel, Université de Dschang, eaux et forêts. Récupéré sur [www.memoireonline.com](http://www.memoireonline.com)
- DJIBO BOUBACAR, j.-P. W. (s.d.). *Les études d'impacts des projets routiers sur l'environnement réalisées en milieu de savanes africaines prennent-elles de bien prendre en compte les répercussions de ces projets sur la santé humaine, l'économie locales et l'équilibre écologique(...)?* Université du Québec.
- DJIEUGOUE, E. m. (s.d.). *Projet structurant et impacts environnementaux et sociaux .cas du projet d'énergie de Kribi/ centrale a gaz de 216 Mw et ligne de transport de 225 Kv.* memoire master2. Récupéré sur <http://www.memoireonline.com>
- EDJO, H. N. (2007). *Aspects juridiques de la protection de l'environnement dans les forêts communautaires au Cameroun.* master2 droit. Récupéré sur <http://www.memoireonline.com>
- FONKOUA, E. J. (2006). *Les études d'impacts environnementales dans les projets de développement au Cameroun.* Consulté le janvier 25, 2020
- FOUARD, D. G. (2016). *PATHOLOGIE DES CONSTRUCTIONS.*
- FOUNDATION, t. A. (JUILLET 2007). *Questionnaire on environmental problems and the survival of humankind 15-year summary.*
- GAETAN LEDUC, M. R. (2000). *L'évaluation des impacts environnementaux. un outil d'aide à la décision.* (m. Editons, Éd.)
- GEORGES, P. (s.d.). *Dictionnaire de la Géographie.* presse universitaire de France.
- GIRARD, M.-C. ,.-C. (s.d.). *Sols et environnement.* (ADEME, Éd.) DUNOD.
- HENESAL, P. (1996). *La lutte contre l'érosion sur l'emprise routière .une contribution à la protection de l'environnement.* Récupéré sur [www.sémanticscholar.org](http://www.sémanticscholar.org)
- JOVILLET, M. (1992). *Sciences de la nature, sciences de la société* (éd. nouvelle édition). (CNRSÉDITIONS, Éd.) Paris: les passeurs de frontières. doi:10.4000/4154
- KABRE, E. (2011). *Impact des transports sur l'environnement.* memoire de maitrise. Consulté le janvier 26, 2020, sur <http://www.memoireonline.com>
- KAMGA Yannick Norel, N. V. (2018). *Diversité floristique des ligneux et structure des formations à *Garcinia kola heckel* dans les régions du Centre et de l'Est, Cameroun.* Université de Dschang. dschang: european scientific journal. doi:10.19044/esj.2018.v114n21p451
- KWANDJEU, R. K. (2004). *Infrastructures publiques et croissances au Cameroun.* memoire Master II, Université de Douala. Récupéré sur [www.memoireonline.com](http://www.memoireonline.com)
- LANNEAUX Marie-Agnès. (1996). *Grandes infrastructures de transport et territoire: valorisation et dynamique du territoire traversé par l'autoroute A39.* thèse de doctorat. Récupéré sur <http://www.sudoc.fr>

- LAURENT, G. S. (2005, avril 12). Impact de l'autoroute sur le milieu. Etude bibliographique et propositions de recherche au Québec. *cahiers de géographie du Québec*, 27(70), pp. 63-78. Récupéré sur <http://id.erudit.org>
- M.VALLERIE. (1973). *Contribution a l'étude des sols du centre sud Cameroun*. Paris: ORSTOM.
- MAROC, s. d. (2009). *Etude de l'impact sur l'environnement du projet de construction de l'autoroute contournement de Rabat*. rapport.
- MATTHEW McCartney, j. D. (s.d.). Infrastructures bâties ou naturelles: une fausse dichotomie. *thrive the future of our food, water and environment*.
- MBAKEMI, d. K. (2011). *Dynamique forestière post-exploitation industrielle: cas de la forêt dense semi-décidue de Mbalmayo au Sud Cameroun*. mémoire de master II, université de Yaoundé I, géographie. Récupéré sur [www.memoireonline.com](http://www.memoireonline.com)
- MENOU, M. (2011). Les rapports d'évaluation d'impact environnemental: pratiques manipulatoires dans le cas de projets d'infrastructures. *ritimo*.
- MILLARD, F. (2014). *Developpement d'une méthode d'évaluation quantitative des effets des projets d'infrastructures de transport terrestres sur les milieux naturels*. thèse de doctorat. Récupéré sur <http://tel.archives-ouvertes.fr>
- MINISTERE DE L'AMMENAGEMENT DUTERRITOIRE, d. i. (2021). *Etude d'impact environnemental et social travaux de construction de la route OUESSO-POKOLA (50km) et de traitement des points critiques sur la section pokola -enyellé-betou-gouga*.
- MUJIA, g. G. (2016). *Exposition aux risques morpho-hydrologiques dans deux secteurs périurbains de la ville de Yaoundé. cas des lons Akok-ndoué et mvog-betsi qu sud-ouest de la ville*. yaoundé.
- NDONGUE, C. M. (2007). *Essai de caractérisation d'une couverture d'altération de la région d'Efoulan (Sangmelima, Sud-Cameroun) a partir des données géoelectriques ( p.s. et sondage) électrique et granulométriques*. mémoire académique, Université Yaoundé I.
- NDOUNGUE, C. M. (2007). *Essai de caractérisation d'une couverture d'altération de la région d'Efoulan ( Sangmelima sud-cameroun) a partir des données géoélectriques (p.s et sondage) électrique et granulométriques*. université de Yaoundé I, service de géologie.
- NGHIEM, V.-T. (2014). *Impact du changement du mode d'occupation des sols sur le fonctionnement hydrogéochimique des grands bassins versants: cas du bassin versant de l'Ain*. Thèse de doctorat. Consulté le 2020, sur <http://www.theses.fr>
- NGOUANET, C. (2010). *Etude de la dynamique de grands versants des hautes terres de l'Ouest-Cameroun sous l'action conjuguée de l'eau et de la pression humaine: approche ultisource de télédétection*. Geodoc.
- NODEM FOMENE, R. (2018). *Essai d'identification et de cartographie du potentiel d'atténuation du changement climatique dans la zone de conservation transfrontalière Cameroun-Nigéria (parcs nationaux de Takamanda et de Cross river)*. mémoire master II, Université de Yaounde I.

- OLIVRY, J. (1986). *Fleuves et Rivières du Cameroun* (éd. ORSTOM). (MESRES-ORSTOM, Éd.) paris: monographies hydrologiques. Consulté le Novembre 2021
- PAMARD, C. B. (s.d.). *Evènement, avenement? A la recherche d'une nature partenaire* (éd. CNRS edition ). openEdition books. Récupéré sur books.openedition.org
- SANTOIR, C. (1992). *le contexte géographique : le Cameroun du Sud, Sous l'empire du cacao*. IRD Editions.
- SARR, M. A. (2009). *Cartographie des changements de l'occupation du sol entre 1990 et 2002 dans la Nord du Sénégal(Ferlo) a partir des images Landsat*. revue europeenne de geographie.
- SOROKINE, L. (2008). *Evaluation de l'impact environnementale: role des outils de gestion*. master gestion/ finance . Récupéré sur <http://www.memoireonline.com>
- TBM, e. (s.d.). *Développement d'un vignoble sur les communes de Bangor et Locmaria*. SCEA Les Vignes de Kerdonis.
- TCHAWA, P. (1993). La dégradation des sols dans le bamiléké méridional conditions naturelles et facteurs anthropiques. *les cahiers d'outre-mer*.
- TOLOJANAHARY, J. (2012). *Etude d'impact environnementale des travaux d'aménagement de la route nationale 9 sur la foret Mikea*. memoire de maitrise. Consulté le 1 26, 2020, sur <http://www.memoireonline.com>
- TRICART, J. (1973). *La geomorphologie dans les études intégrées d'aménagement du milieu naturel*. annales de géographie.
- TSAKEM, S. C. (2005). *Contribution du suivi de la faune sauvage à l'aménagement du Parc National de la Bénoué et au développement des riverains des zones d'intérêt cynégétique à cogestion (N° 1 & 4) au Nord-Cameroun*. Université de Liège (Belgique). Récupéré sur [www.memoireonline.com](http://www.memoireonline.com)
- TUNISIE, S. (2009). *Etude d'impact environnemental et social*. fonds Afircaïn de developpement. Récupéré sur [www.afdb.org](http://www.afdb.org)
- UICN comité, f. (s.d.). *Les Solutions fondées sur la Nature pour les risques liés à l'eau en France*.
- VANDEVELDE, J.-C. (2013, avril). Les choix de tracé des grandes infrastructures de transports: quelle place pour la biodiversité. *developpement durable et territoires*.
- VERGNOLLE-MAINAR, C. (1998, Septembre-Octobre). Articulation entre recherche et enseignement: un atout pour la geomorphologie. *Annales de Géographie*(603), 531-539. Consulté le juin 2020, sur [www.jstor.org/stable](http://www.jstor.org/stable)
- WHITE, L. E. (s.d.). *Conservation en forêt pluviale africainem: methoes de recherche* . New-York: the Wildlife conservation society,.
- ZUINDEAU, p. L. (2010). Theorie de la regulation et developpement durable: essai d'analyse de la diversité nationale en matière d'environnement et de politiques environnementales. *Géographie, économie, société*, 12, 261-278.



## ANNEXES

### Annexe 1: Fiche d'attestation de la recherche

UNIVERSITE DE YAOUNDE I  
UNIVERSITY OF YAOUNDE I



FACULTE DES ARTS, LETTRES  
ET SCIENCES HUMAINES

DEPARTEMENT DE GEOGRAPHIE  
B.P 755 Yaoundé  
Tél. 22 22 24 05

FACULTY OF ARTS, LETTERS  
AND SOCIAL SCIENCES

DEPARTMENT OF GEOGRAPHY  
P.O BOX 755 Yaoundé  
Tel. 22 22 24 05

**ATTESTATION DE RECHERCHE**

Je soussigné, Pr. PAUL TCHAWA

Chef du Département de Géographie, atteste que

Monsieur : YMELON DJUIKA FOMEKON MERVICE

Matricule: 15B618

Est inscrit(e) au cycle de : MASTER II (2019-2020)

**Spécialité : Dynamiques de l'environnement et risques**

ET prépare une thèse sur le sujet: **Grands travaux d'infrastructure et déséquilibre des milieux naturels : cas du tronçon Pk 0-Pk 20 de l'autoroute Yaoundé-Douala.**

A cet égard, je prie toutes les ressources et tous les organismes sollicités de lui réserver un bon accueil et de lui apporter toute l'aide nécessaire à la réussite de cette recherche dont la contribution à l'appui au développement ne fait pas de doute.

09 SEPT 2020

Fait à Yaoundé le.....



**LE CHEF DE DEPARTEMENT**  
Le Chef  
de Département

*Paul Tchawa*  
Professeur à l'université

**Annexe 2:** Autorisation de recherche à la bibliothèque de géologie

YMELON DJUIKA

Mervice

Tel : 672 25 34 90/691 30 71 46

Mail : ymelondjuikam@gmail.com

Yaoundé, 15 Novembre 2021

A

Monsieur le Chef de  
département de géologie de  
l'Université de Yaoundé IObjet : Demande d'accès à la  
bibliothèque du département de  
géologieNjigu Paul-Désiré  
Professeur

Monsieur,

Réalisant actuellement des études en géographie, Master II recherche à l'Université de Yaoundé I, je viens avec respect auprès de votre haute bienveillance déposer cette demande au sein de votre département dans le but d'obtenir un accès à votre bibliothèque.

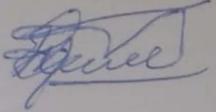
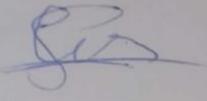
En effet, mon thème de recherche est : « Incidences des grands travaux d'infrastructures et déséquilibre du milieu naturel : cas du tronçon PK0-PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala ». Avec pour directeur Pr Paul TCHAWA. L'un de mes objectifs de recherche est d'évaluer l'effet de la construction du PK0-PK20 sur la dynamique du versant et des sols. Afin de les atteindre, le directeur m'a recommandé de consulter la thèse du Pr Martin Kuete sur la « Géomorphologie des plateaux sud Camerounais ». Raison pour laquelle je fais recours à votre bibliothèque.

Dans l'attente d'une suite favorable, Je vous prie de bien vouloir agréer Monsieur le Chef de département l'expression de ma considération la meilleure.

Ymelon Djuika.

**Annexe 3:** Liste des autorités rencontrés

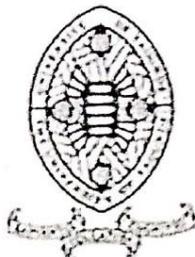
LISTE DES AUTORITÉS  
LOCALES RENCONTRÉS.

Noms	Poste	Signature
Mvondo Evariste	1 <sup>er</sup> Notable Village Nkong Messa.	
Eboda Sébastien.	Eketeam 221	



**Annexe 5: Guides d'entretiens**

REPUBLIQUE DU CAMEROUN  
 Paix – Travail – Patrie  
 UNIVERSITE DE YAOUNDE I  
 -----  
 FACULTE DES ARTS, LETTRES ET  
 SCIENCES HUMAINES  
 -----  
 DEPARTEMENT DE GEOGRAPHIE



REPUBLIC OF CAMEROON  
 Peace – Work – Fatherland  
 -----  
 THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I  
 -----  
 FACULTY OF ARTS, LETTERS  
 AND HUMAN SOCIAL SCIENCE  
 -----  
 DEPARTMENT OF GEOGRAPHY

Thème :

**Questionnaire d'enquête**

Enquêteur.....Fiche No :

Localité... Mfoung... Arrondissement... Lobo... Département.....  
MESSIA

Cette enquête est menée par l'étudiante YMELON DJUIKA FOMEKON Mervice en vue de la rédaction de son travail de recherche académique pour l'obtention de son mémoire. Le sujet étant : **Incidence des grands travaux d'infrastructure sur les milieux naturels ; cas du tronçon PK0 –PK20 de l'autoroute Yaoundé-Douala.**

Nous sollicitons votre bonne compréhension et indulgences pour les réponses aux questions ci-dessous. S'il vous plaît noter que toutes les réponses recueillies seront traitées avec la plus grande confidentialité et ne seront utilisées qu'à des fins de recherche académique.

**Section A : Identification du répondant**

1. Nom du répondant (Facultatif) :... ENGAMA EBODE Gaspard.....
2. Profession... Cultivateur.....
3. Age : (1) moins de 25 ans  ; (2) 26-35  ; (3) 36-45  ; (4) 46-55  ; (5) 56-65  (6) plus de 65
4. Sexe : Masculin  Féminin

**Section B : Description de l'état initial du site**

5. êtes-vous originaire de la localité ?

Oui  Non

6. Avez-vous connus le site avant la phase de terrassement ?

Oui  Non

7. quels sont les espèces animales que l'on rencontrait dans la zone avant le terrassement ? *Singe, Grenille, porc-épic, biche, Écureuil, Pangolin, rat, herisson*

8. quels sont les indices qui marquaient leur présence ?

- a). grotte
- b). nids
- c). empruntes
- d). cris
- e) Présence physique
- f) autre à préciser...

9. A quelle fréquence chacune des espèces pouvait être rencontrées physiquement ?

*Écureuil = 10 fois/semaine Porc-épic = 10 fois/semaine  
biche = 3 fois/semaine*

10. Quelles les causes de la rareté de ces espèces :

*la construction de l'autoroute*

**Section B les modifications du milieu induites par les travaux pendant et après le terrassement**

9. y a-t-il eu déplacement des animaux dus aux travaux de terrassements lors de l'implantation de l'autoroute ?

Si oui, lesquels ? *Grenille, chimpanzés, biche, pangolin*

10. il y a-t-il eu disparition de certaines espèces après le passage de la routes ?

Oui  Non

Si oui lesquelles ? *Grenille, chimpanze', pangolin*

11. quelles sont les raisons de l'extinction ou du déplacement de certaines espèces ?

- a) destruction des habitats
- b) bruits
- c) autres à préciser.....

12. A quelle distance de la route retrouve-t-on certains mammifères ? *100 m*

Y'a-t-il d'autres informations nécessaires pouvant nous aider à mieux comprendre notre thématique ?

Merci bien pour votre collaboration à la réalisation de ce travail académique

L'Etat abandonne une zone très riche et très proche de Yaoundé.

La zone est peuplée et devrait être exploitée pour le développement du pays.

Les esclargot ont disparu.

La vipère a disparu.

Le marécage fournit au sol.

La carrière fait disparaître certaines espèces. (esclargot, varan, tortues).

Le climat a changé, beaucoup de soleil depuis un certain temps.

## Annexe 6: Fiche de collecte des données sur la faune

## Fiche de collecte des données pour les grands et moyens mammifères

Date : 30/11/21 Météo : ensoleillé Noms des collecteurs : J. J. H. H. Heure début : 13h10 Heure fin : 14h10  
 D760012 D760316  
 D760017  
 Transect N° : 53 Orientation : Longueur du transect (m) : 1 Km Coordonnées début : Coordonnées fin : 0429360  
 0430017

Coordonnées	Distance sur le transect (m)	Distance Perpendiculaire (cm)	Micro-habitat (1)	Espèces	Type d'indice (2)	Nombre d'individus /signes	Age de l'indice (3)	Observations
0760090	0430000 (10m)	/	champ	Peromyscus	Piste	1	jeune	L. transect
0760083	0429913 (70m)	15m	champ	Peromyscus	Alimentation	1	jeune	/
0760108	0429928 (105m)	3m	champ	Peromyscus	Alimentation	1	jeune	(à gauche)
0760128	0429931 (105m)	19m	champ	Peromyscus	Alimentation	1	jeune	(à gauche)
0760135	0429930 (102m)	23m	champ	Peromyscus	Alimentation	1	jeune	(à gauche)
0760154	0429820 (2m)	/	champ	Peromyscus	Piste	1	jeune	(à gauche)
0760150	0429725 (260)	2m	champ	Peromyscus	Piste	6	jeune	(à gauche)
0760152	0429717 (270m)	/	champ	Peromyscus	Piste	1	jeune	L. transect
0760194	0429574 (397m)	1m	champ	Peromyscus	Piste	2	jeune	/
0760292	0429524 (450m)	/	champ	Peromyscus	Piste	1	jeune	L. transect
0760314	0429499 (470)	/	champ	Peromyscus	Piste	1	jeune	L.
0760314	0429480 (470m)	2m	champ	Peromyscus	Piste	1	jeune	/

- NB: (1) : Collines, rochers, cours d'eau, galerie forestière, marécages, ...  
 (2) : Nids, empreintes, crottes, individus, cartouches, pièges, chasseurs, champs...  
 (3) : Nombre de jours depuis la production de l'indice (crottes, nids, os,...)

## Annexe 7: Fiche de collecte des données sur la flore

## Fiche de collecte des données sur la végétation

Transect : 334

Parcelle : 02

Coordonnées : 0430332

Heure : 12h32

Noms des collecteurs : Djika

Date : 01/12/21

N°	Nom de l'espèce	DHP (cm)	Hauteur (m)	Nom local	Famille	Usages	Observation
1	Ekanik	32	12			Anti-bébé	
2	Mohingee	38	24				
3	Cassia sp	41	28				
4	Dibetou	32	28		Meliaceae		
5	Parasolier	18	23				
6	Parasolier	22	16				
7		18	30	Nasturium			
8		24	20	Abou			
9		12	12	Gracilium			
10		10	12	Gracilium			
11	Parasolier	14	15				
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20	Aframomum						
21	Cenchrus						
22	Mimosa sp						
23	Ruellia						
24	Palme						
25	Bita Gola						
26							
27							
28							
29							
30							
31							

## TABLE DE MATIERES

<b>SOMMAIRE.....</b>	<b>1</b>
<b>DEDICACE .....</b>	<b>2</b>
<b>REMERCIEMENTS .....</b>	<b>3</b>
<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>4</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>4</b>
<b>LISTE DES PHOTOS .....</b>	<b>7</b>
<b>LISTE DES PLANCHES .....</b>	<b>8</b>
<b>LISTE DES ABREVIATIONS .....</b>	<b>10</b>
<b>RESUME .....</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>12</b>
<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>13</b>
1. CONTEXTE GENERAL ET JUSTIFICATION DE L'ETUDE.....	13
2. DELIMITATION THEMATIQUE, SPATIALE ET TEMPORELLE DU SUJET.....	14
2.1. Délimitation thématique .....	14
2.2. Délimitation spatiale.....	14
2.3. Délimitation zonale.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
2.4. Délimitation linéaire .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
2.5. Délimitation temporelle.....	16
3. INTERET DE L'ETUDE .....	16
3.1. Intérêt scientifique .....	16
3.2. Intérêt écologique .....	16
3.3. Intérêt pratique.....	16
4. PROBLEMATIQUE .....	16
5. QUESTIONS DE RECHERCHE .....	18
5.1. Question principale.....	18
5.2. Questions spécifiques .....	18
6. CONTEXTE SCIENTIFIQUE.....	18
6.1. Les grands travaux d'infrastructures et le déséquilibre des milieux naturels.....	18

6.2. Mesures d'atténuation.....	21
7. APPROCHE CONCEPTUELLE ET THEORIQUE .....	22
7.1. Cadre conceptuel de l'étude .....	22
7.1.1 Infrastructures .....	22
7.1.2. Milieu naturel.....	24
7.1.3. Incidence .....	25
7.1.4. Effet.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
7.2. Cadre théorique.....	26
7.2.1. L'approche systémique : .....	26
7.2.2. La théorie du déterminisme .....	27
7.2.3. La théorie du possibilisme .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
7.2.4 La théorie du Land System .....	27
7.2.5. Le modèle de FPEIR (DPSIR).....	27
7.2.6. Modèle LCM (Land Change Modeler) : LULCC.....	28
8. OBJECTIFS DE RECHERCHE .....	29
8.1. Objectif général .....	29
8.2. Objectifs spécifiques.....	29
9. HYPOTHESE DE RECHERCHE .....	29
9.1. Hypothèse principale .....	29
9.2. Hypothèses secondaires .....	29
10. METHODOLOGIE.....	29
10.1. La collecte des données .....	30
10.1.1. La collecte des données de sources secondaires .....	30
10.1.2. Collecte des données de sources primaires .....	31
10.1.2.1. Les enquêtes par questionnaires et les interviews .....	31
10.1.2.2. L'observation directe.....	32
10.1.2.2.1. La Collecte des données sur la dynamique des sols.....	34

10.1.2.2.2. Collecte des données sur la structure de sols .....	38
10.1.2.2.2. La Collecte des données sur la flore et la faune : .....	39
10.1.2.2.4. La Collecte des données sur la distribution des espèces floristiques .....	43
10.1.2.2.5. La Collecte des données sur les écoulements de surfaces.....	45
10.1.2.2.6. La Collectes des données acoustiques.....	46
10.1.2.2.7. La collecte des données géo spatiales .....	46
10.2. Le Traitement des données .....	48
10.2.1. La Technique de traitement des données sur les sols : .....	48
10.2.2. Le Traitement des données sur la faune.....	51
10.3. Le Traitement cartographique .....	51
10.3.1. Le Traitement des données sur les écoulements de surfaces.....	52
10.3.2. Le Traitement des données sur l'occupation du sol.....	52
10.3.3. Le Traitement d'images satellitaires .....	52
10.3.3.1. La Phase du prétraitement : .....	52
10.3.3.2. La Phase de classification .....	54
10.3.3.3. La Phase d'habillage cartographique .....	54
10.4. Les outils d'analyse et d'interprétation .....	54

## **CHAPITRE 1 : LA PRESENTATION DE L'ETAT INITIAL DU MILIEU NATUREL**

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>57</b>
I.1. LE MILIEU PHYSIQUE.....	57
I.1.1. Le contexte Hydro climatique .....	57
I.1.2. Le cadre morpho pédologique.....	63
I.1.3. Les spécifiés du milieu biologiques .....	65
1.1.3.1. La végétation.....	65
1.1.3.2. La faune .....	71
I.3. LE MILIEU HUMAIN .....	73
I.3.1. Le Peuplement et groupes ethniques .....	73
I.3.2. La Population de la zone du projet.....	74

<b>CHAPITRE 2 : CONSISTANCE DES TRAVAUX DE LA CONSTRUCTION DU TRONCON PK0-PK20 ET IDENTIFICATION DES INCIDENCES SUR LE MILIEU PHYSIQUE ET BIOLOGIQUE.....</b>	<b>78</b>
2.1. CONSISTANCE DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION DU TRONÇON PK0-PK 20 DE L’AUTOROUTE YAOUNDE-DOUALA .....	78
2.2. INCIDENCES DE LA CONSTRUCTION DU TRONÇON PK0-PK20 SUR LA DYNAMIQUE DE L’OCCUPATION DU SOL .....	81
2.2.1. La Caractérisation des unités d’occupation des sols .....	81
2.2.1.1. L’occupation des sols en 2011 .....	81
2.2.1.2. L’occupation des sols en 2014.....	84
2.2.1.3. L’occupation des sols en 2020 .....	86
2.2.2. La dynamique des unités paysagères de 2011 à 2014 .....	88
2.2.2.1. La dynamique de la végétation .....	88
2.2.2.2 Dynamique des surfaces dénudées : .....	88
2.2.2.3 Dynamique des surfaces occupées par le bâti .....	89
2.2.3. La dynamique des unités paysagères de 2014 à 2020 .....	89
2.2.3.1. La dynamique de la végétation.....	89
2.2.3.2. La dynamique des surfaces dégradées : .....	89
2.2.3.3. La dynamique des surfaces occupées par le bâti.....	89
2.2.4. La dynamique des unités paysagères de 2011 à 2020 .....	89
2.3. L’EVALUATION DE LA DYNAMIQUE DU MILIEU PHYSIQUE .....	92
2.3.1. L’incidence de la construction de l’autoroute sur les sols et le sous-sol.....	92
2.3.1.1. L’érosion et la perte de sols arables, ravinement et instabilité des talus .....	92
2.3.1.2. Le tassement des sols .....	96
2.3.2 La modification du profil pédologique, le compactage et de la structure des sols..	96
2.3.2.1. L’incidence sur la structure du sol .....	96
2.3.3. L’incidences sur la dynamique des versants et des sols .....	99
2.3.4. Les incidences sur les écoulements de surface .....	103

2.3.5. Les incidence sur le régime hydrologique .....	103
2.3.6. L'incidence sur la qualité des eaux.....	104
2.3.7. L'incidences sur la morpho dynamique des cours d'eaux.....	106
2.4. LES INCIDENCE SUR LE MILIEU BILOGIQUE.....	108
2.4.1. Les incidences sur la faune .....	109
2.4.1.1. La distribution spatiale des animaux.....	109
2.4.1.2. Les facteurs liés à la distribution de la faune .....	112
2.4.2. Les incidences sur la végétation .....	113
2.4.2.1. Les incidences sur la biodiversité floristique.....	113
2.4.2.2. La distribution des arbres par classe de diamètres .....	115
2.4.2.2. La distribution des arbres par classe de hauteur .....	117
2.4.2.3. Les incidences sur les plantations .....	118
<b>CHAPITRE 3 :MESURES D'ATTENUATION ET DE REDUCTION DES</b>	
<b>INCIDENCES REPERTORIEES .....</b>	<b>123</b>
3.1. LES MESURES D'ATTENUATION ET DE REDUCTION DES INCIDENCES SUR	
LE MILIEU PHYSIQUE .....	123
3.1.1. Les mesures de réduction et d'atténuation des incidences sur les sols.....	123
3.1.1.1. La Protection des talus contre l'érosion et les glissements de terrain.....	123
3.1.1.1.1. La Végétalisation des talus.....	123
3.1.1.1.2. Les masques et éperons drainants .....	124
3.1.1.1.3. Le Soutènement par clouage .....	125
3.1.1.1.4. Le drainage des terrains.....	126
3.1.1.1.5. Les géotextiles.....	126
3.1.1.2. La mise en œuvre d'un dispositif de surveillance des glissements de terrain	
.....	127
3.1.2 Les mesures de protection contre l'érosion et déstabilisation des sols dénudés ...	128
3.1.3. Les mesures de réduction et d'atténuation des incidences sur l'hydrographie.....	128

3.1.3.1. La modification des écoulements des eaux de surface et souterraines, ainsi que des conditions de drainage.....	128
<b>3.2. LES MESURES D'ATTENUATION ET DE REDUCTION DES INCIDENCES SUR LE MILIEU BIOLOGIQUE .....</b>	<b>130</b>
3.2.1. Les mesures de réduction et d'atténuation des incidences sur le couvert végétal	130
3.2.1.1. Les mesures de compensation des répercussions des terrassements sur le couvert végétal.....	130
3.2.2. La Perturbation de la faune et de son habitat.....	130
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>132</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>134</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>139</b>
<b>TABLE DE MATIERES .....</b>	<b>148</b>