

## **Apport de la pédologie et de la géomorphologie à la planification écologique des écosystèmes de Kimpolo I et ses environs (République Démocratique du Congo)**

### **[ Contribution of pedology and geomorphology to the ecological planning of Kimpolo I ecosystems and its surroundings (Democratic Republic of Congo) ]**

*Xavier MBUTABUBA NKURA<sup>1</sup>, Constantin LUBINI AYINGWEU<sup>2</sup>, and Paul MAFUKA MBEMPIE<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Section Géomètre-Topographe, Institut National du Bâtiment et de Travaux Publics (INBTP), B.P. 4731 Kinshasa Ngaliema, RD Congo

<sup>2</sup>Laboratoire de Systémique, Biodiversité, Savoirs endogènes et Conservation de la Nature, Département des Sciences de l'Environnement, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, B.P 190 Kinshasa XI, RD Congo

<sup>3</sup>Laboratoire de Pédologie, Département des Eaux et Sols, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa, B.P. 190 Kinshasa XI, RD Congo

---

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** The ecosystems of Kimpolo I village and its surroundings are located 23 km east of Kinshasa on the western edge of the Bateke Plateau. To better understand the contribution of its soils and its relief to the ecological planning of its natural ecosystems, a soil analysis and a geomorphological map of this area have been carried out. This study was conducted using soil samples from environmental ecosystems and satellite geographic data collected in the field. On 15 soil samples from different horizons of four profiles, the analysis indicates that the texture of these soils is more than 85% sandy, the pH-H<sub>2</sub>O and KCl vary from strongly to moderately acidic, the carbon contents Organic matter levels are low, organic matter levels correspond to very low productivity and the Carbon-Nitrogen ratios indicate that there is either a predominance or a balance between mineralization and nitrogen release in horizons and cation exchange capacities. Reveal that these soils are sandy. Geomorphologically, spatial data processing informs that contour lines are spaced in the middle of the site, attesting to the existence of the plain and narrowed after watercourses before re-spacing to mark the sinusoidal change in relief. In view of the human activities practiced in the site which have a negative impact on the soils and the relief, particular attention must be given to these degraded ecosystems, with a view to their ecological planning.

**KEYWORDS:** Relief, soils, flora, human activities, environmental impacts, ecological development.

**RESUME:** Les écosystèmes du village Kimpolo I et ses environs sont situés à 23 km à l'est de Kinshasa aux confins occidentaux du plateau de Bateke. Pour mieux connaître l'apport de ses sols et de son relief à la planification écologique de ses écosystèmes naturels, une analyse de sols et une carte géomorphologique de cet espace ont été effectuées. Cette étude a été menée à partir d'échantillons de sols provenant d'écosystèmes du milieu et de données géographiques satellitaires récoltées sur le terrain. Sur quinze échantillons des sols issus de différents horizons de quatre profils effectués, l'analyse renseigne que la texture de ces sols est à plus de 85 % sablonneuse, les pH-H<sub>2</sub>O et de KCl varient de fortement à moyennement acides, les teneurs en carbone organique sont basses, les taux des matières organiques correspondent à une productivité très basse et les rapports Carbone-Azote indiquent qu'il y a soit prédominance ou soit équilibre entre minéralisation et libération de l'azote dans les horizons et les capacités d'échange cationique révèlent que ces sols sont sablonneux. Sur le plan géomorphologique, le traitement de données spatiales renseigne que les courbes de niveau sont espacées au milieu du site attestant l'existence de la plaine et resserrées après les cours d'eau avant de ne se ré-espacer pour marquer le

changement sinusoïdal du relief. Eu égard aux activités humaines pratiquées dans le site qui impactent négativement sur les sols et le relief, une attention particulière doit être accordée à ces écosystèmes dégradés, en vue de leur planification écologique.

**MOTS-CLEFS:** Relief, sols, flore, activités humaines, impacts environnementaux, aménagement écologique.

## 1 INTRODUCTION

Actuellement, une gestion durable de ressources naturelles biologiques doit être intégrée tous les facteurs qui interviennent dans la vie de communautés animales et végétales d'une contrée. L'étude menée est un exemple puisé dans la notion d'écologie systémique en vue de l'aménagement des écosystèmes. Le village Kimpolo I et ses environs sont un hinterland qui approvisionne la ville de Kinshasa en produits agricoles et autres matériaux couramment employés par les citoyens pour divers besoins.

Depuis trois ans, nous avons entrepris l'étude de la relation entre le milieu géophysique et les communautés végétales de ce village. La présente note se rapporte aux résultats obtenus sur la base de recherches sur le terrain et au laboratoire. Elle concerne la caractérisation du milieu, les aspects pédologiques et géomorphologiques en relation avec les communautés végétales.

## 2 MATERIEL ET METHODES

### 2.1 MILIEU D'ÉTUDE

Situé dans la partie orientale de la ville de Kinshasa, le village Kimpolo I est situé à 23 km de Kinshasa aux confins occidentaux du plateau de Bateke (4°29' de latitude sud et 15°31' de longitude, 416 m d'altitude). Ce village est le chef-lieu d'un de groupements du quartier urbano-rural de Buma, entité politico-administrative de la commune de N'sele à Kinshasa.

Il est borné au nord par le versant de la rivière Mashe-Mashe, à l'est par les ruisseaux Mamboma, Mabanga et Mangemi, au sud par la ligne de crête marquant le début de la galerie forestière qui longe le ruisseau Mubeshi et à l'ouest par la ligne de crête proche de la quelle est situé le village Bambila.



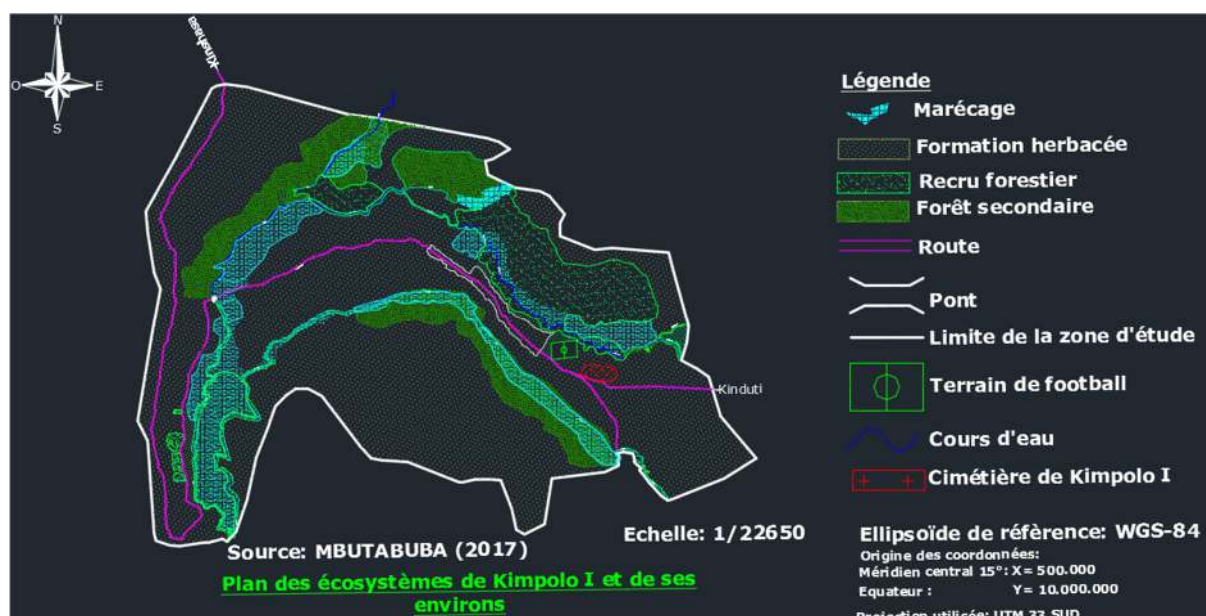
Fig. 1. Extrait de la carte planimétrique de Kinshasa S 5/15 (Ech. : 1/200.000). Source : IGZA (1975).

Son climat est tropical chaud et humide et du type AW<sub>4</sub>. Selon le Centre de Recherches Géologiques et Minières de la République Démocratique du Congo (2012), le substratum géologique est dominé par les formations de couverture d'âge Pléistocène à Pliocène et constituées de plusieurs types de dépôts sableux. Ce sont des formations sableuses reposant sur de surfaces d'aplanissement d'érosion et constituées de sables plus ou moins argileux, gris clair à rouges, et comportent généralement un gravier à la base ; leur épaisseur atteint 75 m.

La végétation du milieu est composée de formations herbeuses, recrûs et galerie forestiers ainsi que de marécages (Plan 2). Sa flore est riche et diversifiée. On observe généralement dans le site, des catena de sols qui, associés à la texture du sol, au climat, aux mutations géologiques, aux impératifs altitudinaux de croissance de plantes et à la distribution phytogéographique, justifient la richesse et la diversité floristique.

Les inventaires phytosociologiques effectués sur le terrain renseignent que la flore de marécages est dominée par les *Alchornea cordifolia*, *Cyclosorus striatus*, *Lasimorpha senegalensis* et *Selaginella myosurus*. Les formations herbeuses occupent les collines, les plaines et les plateaux. Elles dominent la végétation de l'aire étudiée et se développent sur des sols sablonneux. Leur physionomie est basse ou arbustive. Les espèces les plus caractéristiques sont, en ordre décroissant, les *Hyparrhenia diplandra*, *Hymenocardia acida*, *Chromolaena odorata*, *Annona senegalensis*, *Loudetia demeusei* et *Anisophyllea quangensis*. On retrouve dans ces formations herbeuses des éléments ligneux comme *Albizia adianthifolia*, *Bridelia ferruginea*, *Hymenocardia acida*, *Ochna afzelii*, *Psorosperum febrifugum*, *Strychnos cocculoides*, *S. pungens*.

Les galeries et recrûs forestiers sont contigus aux marécages ou les berges des cours d'eau et appartiennent à la catégorie des forêts secondaires pionnières et se développent sur des sols de terres fermes. Les espèces dominantes proportionnellement sont *Hymenocardia ulmoides*, *Tetracera poggei*, *Chaetocarpus africanus*, *Sclerocroton cornutum*, *Pentaclethra eetveldeana*, *Alchornea cordifolia*.



## 2.2 MATÉRIEL, MÉTHODES DE COLLECTE ET DE TRAITEMENT DES DONNÉES

Le matériel utilisé est constitué d'échantillons de sols provenant de profils pédologiques exécutés sur le terrain. Une identification de la nature pédologique et un prélèvement d'échantillons de sols dans les écosystèmes-types de ce milieu ont été effectués en Janvier 2017, suivis d'une analyse d'échantillons récoltés au laboratoire de Pédologie de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Kinshasa. En second lieu, une identification de formes géomorphologiques et un marquage des points au récepteur GPS, en vue de la délimitation et de l'élaboration de la carte topographique du site ont été réalisés.

Les méthodes sont, pour le relief du milieu, spatiales qui consistent à observer strictement les conditions optimales de prises de données (absence des masques, constellation des satellites bien répartie dans l'espace) ainsi que des distances entre points, afin de restituer fidèlement le site avec ses formes et proportions. Quant à la nature du sol, les méthodes ont varié selon les instruments utilisés.

Pour chaque échantillon de sol prélevé, divers instruments (PH-mètre, sédimentomètre, spectrophotomètre, Cathétomètre...) ont été utilisés pour déterminer ses paramètres physico-chimiques. La teneur en matière organique, le rapport Carbone/Azote (C/N), la capacité d'échange cationique (C.E.C.) et le taux de saturation du sol ont été évalués pour, respectivement, juger la qualité du sol pour l'agriculture, connaître le niveau de fertilité de sol, déterminer s'il y a minéralisation et libération de l'azote ou équilibre dans l'horizon examiné, mesurer la capacité du sol à retenir certains éléments nutritifs sous forme cationique ainsi que connaître la proportion de CEC occupée par les bases échangeables (Ca, Mg, K et Na).

Pour l'ensemble de points marqués au GPS, ils ont été injectés dans une chaîne logicielle comprenant : (i) le logiciel Leica Geo Office combiné (LGO) pour la prise en charge et la transformation des coordonnées géographiques issues des observations spatiales du terrain en coordonnées planes UTM 33 sud (Universal Transverse Mercator), utilisables sur carte ; (ii) le modèle géopotential terrestre EGM 2008 incorporé dans LGO, en vue du calcul d'ondulations géoïdales indispensables à la transformation des altitudes ellipsoïdiques en altitudes orthométriques utilisées pour les courbes de niveau ; (iii) le logiciel Covadis pour la réception de différentes coordonnées planes UTM 33 sud et altimétriques en vue d'une modélisation numérique du terrain, de création d'une vue à trois dimensions du site d'étude ainsi que de filage des courbes de niveau et (iv) le logiciel Autocad pour le dessin destiné à la mise en page et l'habillage de la carte. La carte obtenue a servi de base pour l'établissement d'autres cartes (de nature de sols, d'écosystèmes du site, d'usages de sol et d'aménagement écologique d'écosystèmes). Quant aux activités humaines, elles ont été répertoriées et géolocalisées et l'ampleur de chacune déterminée.

### 3 RESULTATS

#### 3.1 ANALYSE DES ÉCHANTILLONS DE SOLS

Tableau 1 : Granulométrie et acidité d'échantillons

N° Echantillon		Sable %	Limons %	Argile %	pH- H <sub>2</sub> O	pH - KCl	Localisation du site de prélèvement
1	S1, Hor. A, ép. 8 cm	87,85	2,15	9,96	4,81	3,89	(φ = 4°29'27,7" Sud, λ = 15°31'48,4" Est, H = 381 m) Sur le versant de la rive gauche du ruisseau Mangemi à Kimpolo I
2	S1, Hor. B, ép. 10 cm	87,18	1,35	11,47	4,43	3,86	
3	S1, Hor. C, ép. 110 cm	94,45	0,49	5,06	5,65	4,78	
4	S1, Hor. D, ép. 70 cm	92,75	1,32	5,93	4,74	3,90	
5	S1, Horizon E, ép. 10 cm	94,55	0,79	4,66	4,75	3,95	
6	S2, Hor. A, ép. 14 cm	88,24	1,11	10,65	5,46	4,36	(φ = 4°29'31,1" Sud, λ = 15°32'30,5" Est, H : 377 m). Sur la pente de raccord de la formation herbeuse à 30 m du lit du ruisseau Mashe-Mashe (rive droite).
7	S2, Hor. B, ép. 90 cm	87,33	1,51	11,16	5,42	4,41	
8	S2, Hor. C, roche-mère	86,80	2,19	10,3	5,58	4,26	
9	S3, Hor. A, ép. 27 cm	97,23	0,32	2,45	5,13	4,09	(φ = 4°29'33,8" Sud, λ = 15°32'24,8" Est, H = 373 m). Dans la plaine de la savane hydromorphe à 20 m du lit du ruisseau Mashe-Mashe (rive droite).
10	S3, Hor. B, ép. 37 cm	99,21	0,28	0,51	5,66	5,13	
11	S3, Hor. C, ép. 70 cm	96,95	0,34	2,71	5,94	4,71	(φ = 4°29'37,5" Sud, λ = 15°32'10,4" Est, H = 379 m). Formation herbeuse (au-delà du village Kimpolo vers Kinduti) entre les cours d'eau Mangemi, Bamboma, Mashe-Mashe.
12	S4, Hor. A, ép. 32 cm	85,49	1,38	13,13	5,56	4,50	
13	S4, Hor. B, ép. 52 cm	93,68	1,25	5,07	5,34	4,86	
14	S4, Hor. C, ép. 18 cm	95,32	1,04	3,64	5,48	4,68	
15	S4, Hor. D, roche-mère	96,14	0,32	3,54	5,56	4,72	

Source : Résultats d'analyse de laboratoire. Légende : S1 (S se réfère au site et 1 au numéro du site) ; Hor. : Horizon ; ép. : épaisseur.

Les résultats du tableau 1 renseignent que les horizons des sols échantillonnés sont composés plus de sable [85,49 et 99,21 %], suivis de l'argile [0,51 – 13,13 %] ainsi que de limons [0,28 – 2,19 %]. Ces statistiques vont dans le sens des conclusions du Centre de Recherches Géologiques et Minières (2012) selon lesquelles, les plaines et collines des environs de Kinshasa (dans lequel est inclus le site analysé) sont sablonneuses ; les sols le long des cours d'eau sont sablo-argileux.

S'agissant des mesures de leurs pH, ceux de l'eau oscillent entre 4,39 et 6,02, tandis que ses correspondants de chlorure de Potassium varient entre 3,78 et 5,16. Les valeurs des mesures de pH déterminées sont la preuve que l'utilisation d'engrais

chimiques dont font usage les pratiquants de l'agriculture sur brûlis dans le milieu examiné acidifient le sol et baissent sa fertilité.

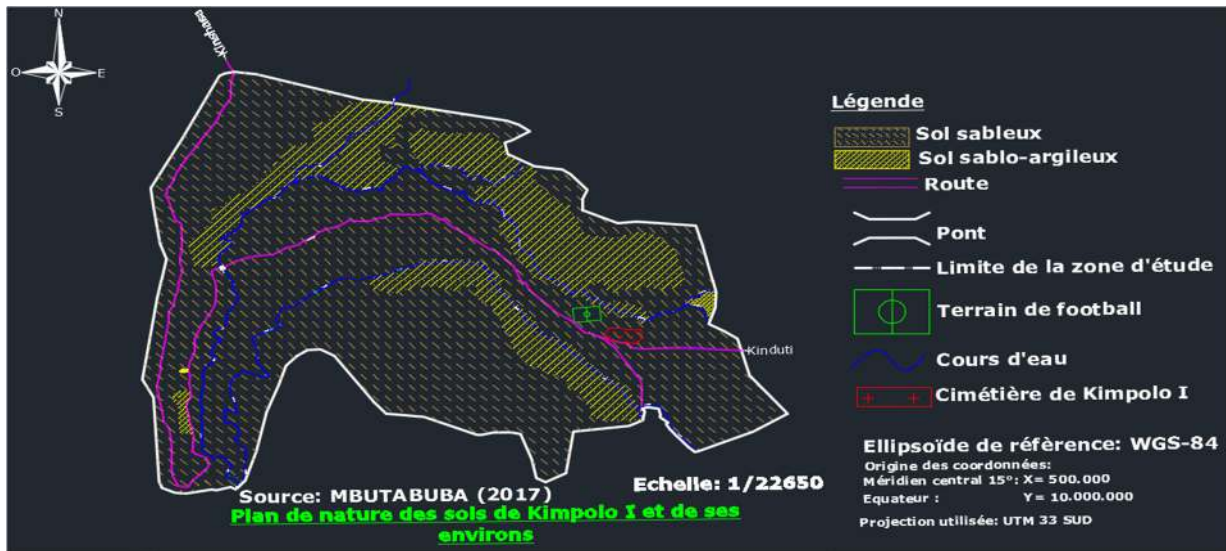
**Tableau 2. : Bioéléments, matière organique, capacité d'échange cationique et taux de saturation**

N° Echantillon	C.O. %	Azote %	C/N	M.O. %	Bases échangeables méc par 100 g de sol				C.E.C. méc / 100 g	T	P tot. P ass. ppm		
					Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			P.tot	P.ass	
2	Site N° 1, Horizon B, épaisseur 100 cm.	0,43	0,034	12,6	0,74	0,78	0,66	0,029	0,01	3,74	39,55	1,16	0,57
		0,51	0,046	11,1	0,88	0,97	0,82	0,02	0,01	3,86	47,15	3,69	0,64
		0,39	0,04	9,75	0,67	1,14	0,87	0,02	0,01	3,31	61,63	2,74	0,61
7	Site N° 2, Horizon B, épaisseur 90 cm.	0,45	0,021	21,4	0,77	1,21	1,08	0,02	0	3,13	73,8	5,46	0,87
		0,35	0,018	19,4	0,6	1,09	1,03	0,013	0	3,09	69,03	6,72	0,91
		0,37	0,016	23,1	0,64	1,19	0,94	16	0	3,52	515,1	5,01	1,19
10	Site N° 3, Horizon B, épaisseur 37 cm.	0,35	0,012	29,2	0,6	2,34	1,11	0,08	0,02	4,16	85,34	2,69	0,61
		0,27	0,011	24,5	0,46	2,27	1	0,07	0,03	4,16	81,01	3,87	0,66
		0,23	0,008	28,8	0,4	2,4	1,04	0,08	0,02	4,24	83,49	5,22	0,75
13	Site N° 4, Horizon B, épaisseur 52 cm.	0,253	0,009	28,1	0,44	1,89	1,13	0,04	0,02	4,63	66,52	3,29	0,64
		0,203	0,008	25,4	0,35	1,28	1,18	0,03	0,01	4,39	56,95	3,63	0,61
		0,103	0,008	12,9	0,18	1,67	1,06	0,03	0	4,48	61,61	3,52	0,69

Source : Résultats d'analyse de laboratoire

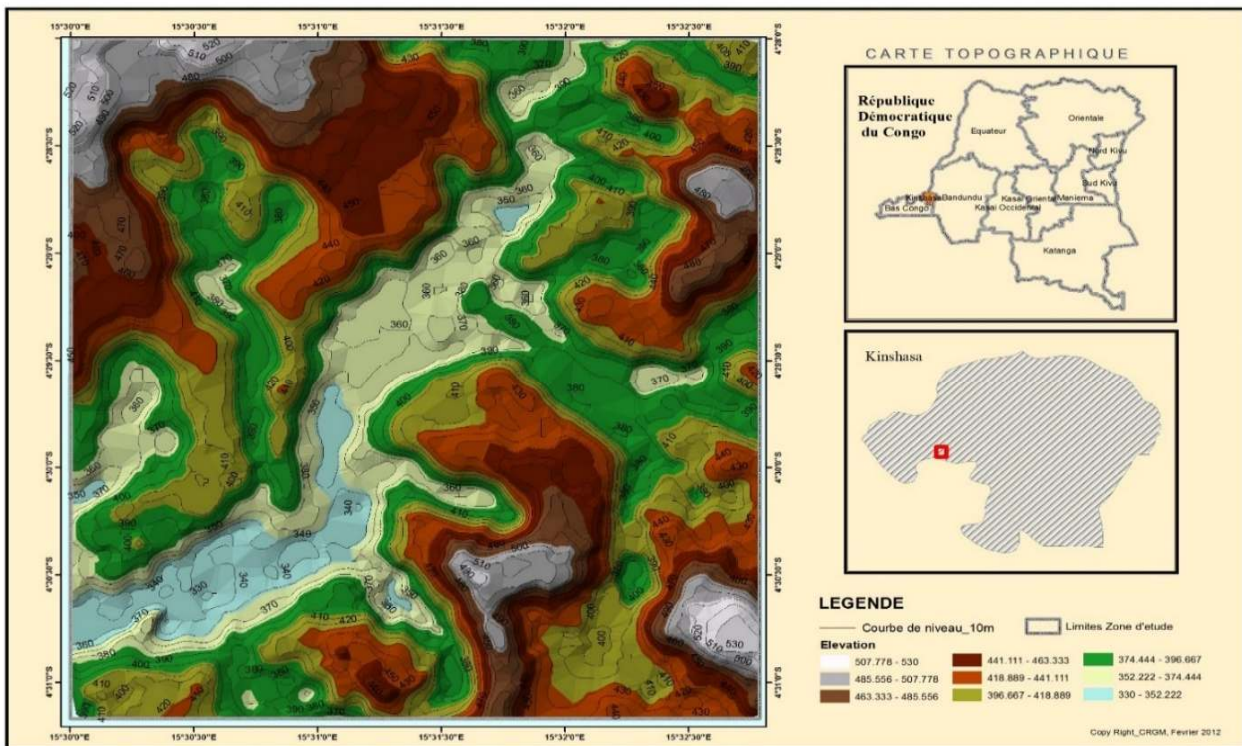
Il découle de l'analyse du tableau 2 que le pourcentage du carbone organique (MO) dans l'échantillon du site 4 est inférieur à ceux des sites 1 - 3 pendant que le taux d'azote au site 1 est supérieur aux trois autres. La matière organique calculée est entre 0,177 et 0,877 % pour tous les horizons. Tandis que les rapports C/N varient entre 0 et 29,17.

Par contre, dans les bases échangeables, leurs milliéquivalents (méc) par 100 g de sol de calcium et de magnésium sont en moyenne plus de soixante fois supérieures à ceux de potassium et de sodium. Les capacités d'échanges cationiques (C.E.C) déterminés se trouvent dans la fourchette de 3,09 à 4,63 méq par 100 g de sol. S'agissant du phosphore assimilable et total, les résultats du site 2 sont plus élevés que ceux des sites 3, 4 & 1. En substance, l'ensemble de ces statistiques permettent de comprendre que le sol est de type léger, mérite d'être amendés pour devenir fertile. Les diverses activités du milieu, quant à elles, concourent à la baisse fertilité de sols et la productivité de sols est très basse. Tous ces résultats d'analyses reportés sur la carte de base a permis d'élaborer le plan de nature de sols ci-dessous.



### 3.2 ANALYSE DE DONNÉES GÉODÉSIQUES

Le relevé au récepteur GPS a marqué plus de 2500 points géographiques géodésiques sur le terrain, en vue d'une représentation fidèle du relief. Les coordonnées de ces points ont été transformées en coordonnées planes Universal Transverse Mercator (UTM) Fuseau 33 sud indispensables à l'objectif fixé. L'analyse de l'ensemble d'altitudes obtenues indique qu'au milieu du site les accroissements des hauteurs orthométriques sont faibles, tandis qu'au-delà, ils sont élevés. La représentation graphique de ces altitudes est reprise dans la carte topographique ci-dessous.



## 4 IMPACTS DES ACTIVITÉS HUMAINES

Plusieurs auteurs ([3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13]) soulignent la nécessité de connaître les activités humaines pratiquées dans un milieu donné, leur localisation géographique, les ressources naturelles utilisées ainsi que leurs impacts, avant même de le planifier écologiquement.

Ces activités sont l'action humaine sur la flore, l'agriculture itinérante sur brûlis, l'exploitation irrationnelle des écosystèmes, la cueillette et la récolte pour la survie des populations, l'introduction de diverses espèces exotiques, l'élevage, la chasse, la pêche, la pisciculture et l'implantation de divers équipements sociaux (pont, école, centre médical). Les impacts qui en découlent sont repris dans le tableau 4.

**Tableau 4. : Impacts des activités humaines sur l'environnement de Kimpolo I et ses environs**

Activité et localisation géographique	Ressources naturelles utilisées	Impacts sur l'environnement + Ampleur
Agriculture itinérante brûlis dans les FH, RF, M, GF.	Sol, portion de végétation, eau, air.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pollution du sol, suite à l'emploi d'engrais chimiques par les agriculteurs ;</li> <li>- Rejet des GES dans l'air lors du brûlage des herbes et plantules dessouchées ;</li> <li>- Défrichements favorisant la séquestration du carbone ;</li> <li>- Dénudation de la couverture végétale et modification de la structure du sol ;</li> <li>- Extension des jachères et des recrûs forestiers, épuisement des sols, érosion des sols et pollution des cours d'eau, diminution des capacités de régénération naturelle, perte de diversité génétique ;</li> <li>- Déforestation suivie de pollution négligeable des nappes phréatiques et aquifères par les polluants agricoles.</li> </ul> <p><u>Ampleur : forte</u></p>
Carbonisation du bois dans les FH, RF, GF.	Sol, air, flore, faune,	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brûlage de matières nutritives du sol au lieu de préparation ;</li> <li>- Destruction de la flore ;</li> <li>- Rejet de GES dans l'air.</li> </ul> <p><u>Ampleur : forte</u></p>
Chasse, piégeage dans les FH, RF, M, GF, CE.	Faune, sol, Eau, flore.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réduction des espèces animales ;</li> <li>- Infime destruction de la flore lors de cette activité ;</li> <li>- Réduction de la dissémination des espèces végétales, suite à l'errance de la faune, provoquée par la destruction des habitats naturels ;</li> <li>- Réduction de ressources halieutiques et cynégétiques, destruction de la flore et du sol.</li> </ul> <p><u>Ampleur : faible</u></p>
Etablissements humains + implantations des infrastructures socio-économiques sur la Crête de la FH située au milieu du site étudié.	Air, sol, portion de végétation, eau, faune.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Destruction de la biodiversité de l'espace occupé spontanément ;</li> <li>- Rejet des GES dans l'air ;</li> <li>- Insalubrité du milieu et de l'habitat ;</li> <li>- Arrachement des toits des cases lors de fortes averses ;</li> <li>- Mauvaise aération et ventilation ainsi que mauvais éclairage des cases ;</li> <li>- Manque d'intimité et d'hygiène du logement, propreté personnelle mal assurée, mauvaise esthétique du logement, eau conservée mais contaminée, difficultés d'évacuation de déchets solides et liquides ;</li> <li>- Prolifération de vermines, mauvaise protection d'aliments contre la décomposition, installations sanitaires inappropriées, manque de solidité des cases et de protection contre les incendies et accidents domestiques,</li> <li>- Disparition de la couche arable du milieu anarchiquement occupé ;</li> <li>- Phénomène érosif consécutif à la localisation de certains sentiers perpendiculaires aux courbes de niveaux ainsi qu'au manque de mise en application des normes des constructions routières ;</li> <li>- Mauvais enseignement des jeunes enfants inscrits à l'école suite à l'esprit mercantile du corps enseignant ;</li> <li>- Liaison du village au reste de Kinshasa de par le pont jeté sur la Hungu.</li> </ul> <p><u>Ampleur : moyenne</u></p>
Feu de brousse dans les FH, RF, M, GF.	Air, sol, végétation, faune.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rejet des GES dans l'air ;</li> <li>- Elévation de la température ;</li> <li>- Destruction et perte de la biodiversité ;</li> </ul>

		- Présence des éléments cancérigènes dans les fumées ; -Gaspillage de bois-énergie non utilisés et éloignement de la faune sauvage ; - Brûlage de la litière. <u>Ampleur : forte.</u>
Pisciculture dans les M.	flore, eau, sol, faune.	-Destruction de la biodiversité du milieu ; -Perturbation du régime hydrologique ; -Pollution négligeable des nappes phréatiques. <u>Ampleur : faible</u>
Récolte PFNL dans le site.	Flore, sol.	- Destruction de la flore et dégradation du sol. <u>Ampleur : faible</u>
Exploitation irrationnelle d'écosystèmes dans les FH, RF, M, GF, CE.	Air, sol, végétation et flore, faune, air, eau.	-Fragmentation des écosystèmes et réduction de l'aire minimale des espèces végétales, raréfaction des espèces végétales surexploitées; -Extension des jachères, des espèces végétales anthropogènes et prolifération des espèces exotiques et invasives; -Extension spatiale des espèces des jachères forestières et des forêts secondaires jeunes à large distribution géographique telles que <i>Musanga cecropioides</i> , <i>Elaeis guineensis</i> , <i>Oncoba welwitschii</i> et de quelques espèces cultivées comme <i>Manihot esculenta</i> , <i>Carica papaya</i> ,...consécutive au développement des recrûs forestiers ; - Modification du microclimat avec un éclaircissement du sous-bois ; -Exposition totale du sol aux rayons solaires incidents avec élévation de la température ; -Migration et raréfaction des ressources animales suite à la destruction de leurs habitats, disfonctionnement des écosystèmes, habitat de la faune sauvage et réduction de la dissémination de certaines espèces zoochores, assurées par les animaux migrés ; -Activité photosynthétique élevée suite à la croissance ou à la régénération des recrûs forestiers ou des écosystèmes exploités et amélioration du microclimat local en réduisant le taux du CO <sub>2</sub> libre; -Eclaircis qui contribue à la régénération et à l'accélération de la croissance des plantules des essences recherchées consécutive à la coupe des arbustes ; - cours d'eau : réceptacles de toutes sortes des déchets, inondation pendant fortes averses et inaccessibilité temporaire aux champs situés dans les lits majeurs des cours d'eau et ensablement des lignes de thalweg. <u>Ampleur : forte</u>
Pêche + élevage Dans les CE, M.	Eau, sol, faune.	-Réduction des ressources halieutiques ; -Défigurement du paysage naturel suite à la recherche de l'alimentation des certains animaux élevés ; -Transmission des maladies environnementales comme maladie du sommeil. <u>Ampleur : faible</u>
Introduction d'espèces exotiques dans le site.	Sol, flore, eau	-Envahissement des espèces locales et réduction de la diversité biologique des communautés végétales autochtones ; - <i>Chromolaena odorata</i> , constitue un engrais vert pour certaines cultures comme l'arachide, le maïs. <u>Ampleur : forte</u>

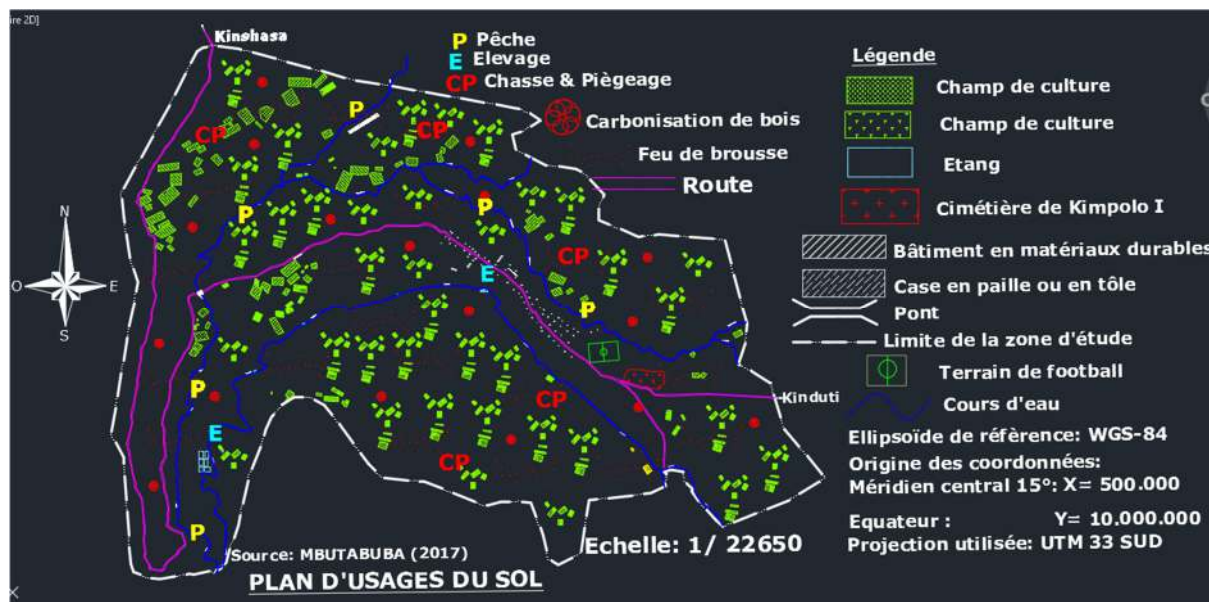
Source : Résultats des observations de terrain et de la détermination de l'importance (ampleur) des impacts.

Légende : FH Formations herbeuses, RF Recrûs forestiers, M Marécages, GF Galeries forestières. CE Cours d'eau, PFNL Produits forestiers non ligneux

L'analyse du tableau 4. permet de comprendre que : (i) toutes les pressions anthropiques exercées sur le milieu étudié affectent l'environnement tant biophysique qu' humain, elles sont le fait combiné de la méconnaissance de l'écheveau complexe des interactions des composants de l'environnement, de l'absence de planification de développement et de bonne politique d'aménagement du territoire, de la persistance et de manque de volonté politique de venir à bout des questions socio-économico-politiques qui rongent les populations ainsi que de la mauvaise gestion de l'espace. Elles sont globalement d'une ampleur considérable; (ii) les conséquences de ces activités humaines exigent la connaissance parfaite de ces milieux et



l'évaluation de l'ampleur des impacts tant environnementaux que sociaux, avant toute intervention dans ces écosystèmes et (iii) il s'avère indispensable d'envisager une contribution en vue de l'aménagement écologique des écosystèmes analysés basé sur la pédologie et la géomorphologie. Toutes ces différentes activités géolocalisées ont été traduites en plan ci-dessous.



## 5 DISCUSSION

Les analyses pédologiques aident à saisir que : (i) les horizons échantillonnés ont plus de sable [85,49 - 99,21 %] que d'argile [0,51 - 13,13 %] et du limon [0,28 - 2,19 %], (ii) les pH changent d'extrêmement acide (3,78) à neutre (6,02), (iii) les teneurs en carbone organique attestent que le niveau de fertilité des sols du milieu étudié est bas (< 0,8 %), (iv) les taux de matière organique calculés varient entre 0,177 et 0,877 % et correspondent à une très faible productivité, (v) les capacités d'échange cationique déterminées (3,09 - 4,63) associées au type du sol étudié (sablonneux) renseigne que la fertilité de ces sols est en général faible.

Ces résultats certifient ceux trouvés par [14] et [15] qui signalent que les plaines entre N'djili et N'sele sont sur une couverture sableuse du type Kalahari. Ces sols, poursuivent ces auteurs, sont constitués par des sables fins avec une teneur en argile généralement inférieure à 20 %. Ils sont caractérisés par une faible teneur en matière organique et un faible degré de saturation. Toutefois, on y rencontre des sols fertiles notamment, en bordure des cours d'eau.

L'aspect morphologique issu du traitement de données du terrain fait état de courbes très espacées au milieu de l'étendue, très resserrées après l'axe avant d'osciller en dents de scie vers les confins.

Le plan du relief dressé concorde avec les résultats du Centre de Recherches Géologiques et Minières (2012), de l'Institut Géographique du Zaïre (1975) et [16] qui localisent Kimpolo I dans une vallée entourée de cinq cours d'eau surplombée en majorité par des formations herbeuses. Ce qui est effectivement le cas quand l'on examine la carte topographique sus-joint.

Au regard de résultats obtenus, de l'interprétation qui en a découlé, de la nature des activités pratiquées dans le milieu et de l'ampleur de leurs impacts ainsi que des caractéristiques des écosystèmes, il est nécessaire de projeter un aménagement qui concilie à la fois la conservation et l'utilisation rationnelle des ressources comme le recommandent ([3], [13], [17] et [18]).

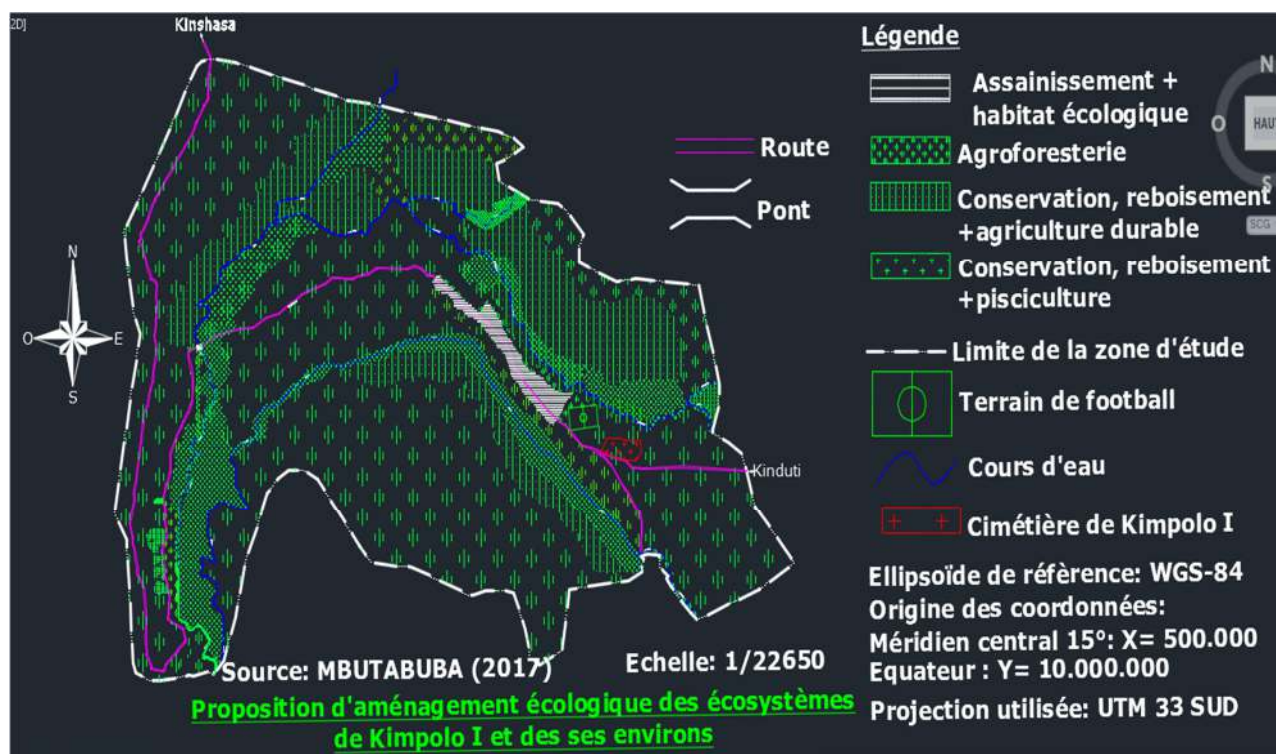
Ainsi, la conservation des écosystèmes de Kimpolo I et de ses environs vise une exploitation à long terme des ressources associée au savoir endogène, en vue d'assurer la permanence de la biodiversité et son évolution. Tandis que l'utilisation de ses ressources nécessite, selon [19] et [20] la prévention de la dégradation des habitats naturels et la préservation de la santé des écosystèmes avec l'implication des populations locales. C'est pourquoi, l'étude propose ce qui suit (Tableau 5.) :

Tableau 5. : Proposition d'aménagement écologique des écosystèmes étudiés

Localisation sur le site	Propositions de planification + motivation
Pentes (recrûs et galeries forestiers en pente + formations herbeuses)	<p><b>A. Recrûs et galeries forestiers</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Conservation + reboisement avec des espèces locales utiles consécutif au risque d'érosion que peuvent connaître les parties très pentues, à la biodiversité qu'ils regorgent, aux services écosystémiques qu'ils peuvent rendre ainsi qu'à l'esthétique paysagère qui peut servir à divers usages.</li> <li>- Aménagement de certains sentiers en lacets aux endroits très pentus, pour pérenniser la circulation des personnes et de leurs biens ainsi que lutter au même moment contre le phénomène érosif ; - Agriculture sans brûlis et avec jachère et biofertilisants pour le meilleur rendement des cultures.</li> </ul> <p><b>B. Formations herbeuses</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agroforesterie en vue de fertiliser le sol sableux de ce type l'écosystème et augmenter les rendements des cultures à pratiquer.</li> </ul>
Vallées (formations herbeuses, recrûs forestiers + marécages)	<p><b>A. Marécages et recrûs forestiers</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conservation + reboisement associés à la pisciculture (marécages) et à l'agriculture (recrûs forestiers) pour des raisons susmentionnées.</li> </ul> <p><b>B. Formations herbeuses</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Riziculture sur sol hydromorphe et agroforesterie pour le reste.</li> </ul>
Village	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assainissement pour parer à l'insalubrité qui y règne, à la situation géographique du village sur une ligne de crête entre les rivières Mangemi et Mashe-Mashe ainsi qu'à la nature du sol qui prédispose le site au phénomène érosif ;</li> <li>- Développement d'un habitat de conception écologique (avec élevage de la volaille incorporé) justifié par l'inadaptation des cases aux besoins réels des résidents et le manque d'infrastructures socio-économiques ;</li> <li>- Reboisement de l'artère du village avec des espèces ombrageuses et ornementales pour l'esthétique paysagère du lieu, autour des maisons prospectives avec des taxons fruitiers en vue de contribuer à l'alimentation des habitants. Tandis que dans les confins du village, sur une bande de 20 mètres avec d'espèces antiérosives pour parer au phénomène érosif naissant autour du village eaux vents violents qui emportent les cases pendant des fortes averses.</li> </ul>
Plateaux (formations herbeuses)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Agroforesterie en vue de fertiliser le sol sableux de ce type l'écosystème et augmenter les rendements des cultures à pratiquer.</li> </ul>

Source : Résultats de terrain

Toutes ces propositions ont été traduites en carte ci-dessous.



## 6 CONCLUSION

La contribution de la pédologie et de la géomorphologie à la planification écologique des écosystèmes de Kimpolo I et de ses environs étudiée a consisté à analyser les échantillons de sols prélevés sur le terrain ainsi qu'à représenter graphiquement le relief à partir de données spatiales. Il avait pour objectifs de proposer un aménagement écologique d'écosystèmes étudiés par une approche pédo-géomorphologique.

L'analyse des échantillons des sols a indiqué que les sols sont globalement sablonneux et moins fertiles bien que les bordures des cours d'eau soient appropriées aux activités agricoles. Quant au relief, il est très varié. Par ailleurs, les activités humaines dans ce milieu impactent négativement tous les écosystèmes et leur ampleur est considérable. Ces conséquences requièrent la connaissance parfaite du milieu (il s'agit dans ce cas d'espèce de la pédologie, de la géomorphologie et de la flore) avant toute intervention, c'est pourquoi, nous avons proposé : (i) la conservation, le reboisement, l'aménagement des sentiers ainsi que l'agriculture durable pour les recrûs forestiers en pentes ainsi que l'agroforesterie pour les formations herbeuses sur terre ferme et la riziculture en sol hydromorphe ; (ii) la conservation et le reboisement associés à la pisciculture (marécages) ; (iii) l'assainissement, le développement d'un habitat de type écologique et le reboisement avec les espèces ornementales, ombrageuses et fruitières pour le village et (iv) l'agroforesterie pour les plateaux.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier l'autorité coutumière de Kimpolo I qui a mis à la disposition de l'équipe de terrain des guides dans les différents écosystèmes. Nos remerciements vont également au responsable de Laboratoire de Pédologie de la Faculté des sciences Agronomiques de l'université de Kinshasa, qui nous a permis d'effectuer les analyses d'échantillons de sols.

## REFERENCES

- [1] CRAAQ, *Guide de référence en fertilisation*, Ed. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, Sainte-Foy, 2003.
- [2] R. Doucet, *Le climat et les sols agricoles*, Ed. Berger, 2006.
- [3] I. Mac Harg, *Design with Nature*, Nature History Press, 1969.
- [4] G. Long & Al., *Diagnostic phytoécologique et Aménagement du territoire*, Editions Masson et Cie, 1975.
- [5] D. Poore, "Planification écologique", *Les Tropiques*, vol. IV, n° 110, pp.16-20, 1975.
- [6] Gounot et Guldmann, "Ressources naturelles et aménagement de l'Alsace", *Centre de recherches forestières des Laurentides*, Rapport d'information Q-F-X-32, 1976.
- [7] J. Harrison, "The Rôle of Earth Science in Ecological Planning", *Classification écologique (biophysique) du territoire dans les régions urbaines*, Série de la classification écologique du territoire, n° 3, pp. 19-25, 1977.
- [8] H.E. Hirvoen, "The Rôle of Urban Forestry", *Regional Landscape Design*, Forestry Chronicle, vol.53, n°5, pp. 275-280, 1977.
- [9] M. Jurdant, J. Beaulieu, J.L. Belair, J.C. Dionne et V. Gerardin, "Carte écologique de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Notice explicative", *Centre de recherches forestières des Laurentides*, Rapport d'information Q-F-X-31, 1972.
- [10] R. Lang, A. Armour, *Livre-ressource de la planification de l'environnement*, Direction générale des terres, Multiscience Publication Limitée, 1980.
- [11] L. Belanger et M. Pineau, "La planification écologique et l'aménagement du territoire urbain québécois: une problématique", *Cahiers de géographie du Québec*, vol.27, n°70, pp. 5-21, 1983.
- [12] A. Bouchard, Y. Bergeron, C. Camire, P. Gangloff et M. Gariépy, "Proposition d'une méthodologie d'inventaire et de cartographie écologique: le cas des municipalités régionales de comté(MRC) du Haut-Saint-Laurent", *Cahiers de géographie du Québec*, vol.29, n°76, pp. 79-95, 1985.
- [13] J. Tarlet, *La planification écologique: méthodes et techniques*, Editions Economica, 1985.
- [14] Deploey & Roels, *Quelques indices sur l'évolution morphologique et paléo climatique des environs de Stanley Pool (Congo)*, Edition de l'Université, 1963.
- [15] M. Habari, *Etude floristique, phytogéographique et phytosociologique de la végétation de Kinshasa et des bassins des rivières N'djili et N'sele en République Démocratique du Congo*, Thèse de Doctorat, Faculté des sciences/Département de Biologie, Université de Kinshasa, 2009.
- [16] M. Pain, *Kinshasa: Organisation et écologie urbaine*, Thèse de doctorat, Faculté des sciences, Université de Toulouse, 1979.
- [17] BMELEF, 1985, *Umweltverträglichkeitsprüfung für raumbezogene Planungen und Vorhaben - Verfahren, methodische Ausgestaltung und Folgerungen*, In: GTZ/BMZ, *Manuel l'environnement Volume I: Instructions, planification multisectorielle, infrastructures*, Editions Vieweg, pp.9-31, 1995.
- [18] L. THÖNI & Al., *Ökologische Planung: Ergebnisse der Fallstudie Bündner Rheintal (Teil 1: Grundlagen und Ziele der Fallstudie; Teil 2: Charakterisierung der Immissionssituation Luft)*, In: GTZ/BMZ, *Manuel l'environnement Volume I: Instructions, planification multisectorielle, infrastructures*, Editions Vieweg, pp.91-8, 1995.
- [19] PNUE & PNUD, 1992, *Ressources mondiales 1992- 93, un guide de l'environnement global-Vers un développement durable*, Ed. ACCT, 1992.
- [20] GTZ/BMZ, *Manuel l'environnement Volume I: Instructions, planification multisectorielle, infrastructures*, Editions Vieweg, 1995.