JOURNAL AFRICAIN DES SCIENCES
VOL. 3, **12** (2026) 186-194

*https://jafrisci.org*

***ISSN (online) : 3107-0949 ; ISSN (print) : 3107-0930***

OPEN ACCESS

**ARTICLE DE RECHERCHE**

**Article Info.:**
Reçu : le 03/09/2026
Accepté : le 17/11/2026
Publié : le 19/11/2026

# LA FORMATION DES SABLES DE LEMBA DE LA PARTIE ORIENTALE DE LA VILLE PROVINCE DE KINSHASA (RD CONGO) : PALEOMILIEUX DE DEPOT, IMPLICATION LITHOSTRATIGRAPHIQUE ET POTENTIEL ECONOMIQUE

**Pierre Paty Kayeya Tshibumbu [1,*], Adalbert Jules Ma Ngwayaya Makutu [1], Valentin Nkula Kanda [1,2], Emmanuel Cia Musau Cibambula [1], Holy Mangenda Holenu [1], Louis Cikala Mukeba [1], Christian Sepol Muper [1,2], Janvier Mvano Kabonwa [1], Michel Kilinga Ndete [1], Derrick Ramazani Ungu [1], Jean René Bantu Kabamba [1], Anselme Mavambou Mbadou [3]**

https://doi.org/10.70237/jafrisci.2026.v3.i12.16

**Résumé**

Dans la partie orientale de la ville province de Kinshasa, les dépôts à géométrie lenticulaire de la Formation des Sables de Lemba ont attiré peu d'attention des chercheurs en raison de leur faible extension géographique et de leur répartition localisée. Cependant, cette géométrie sédimentaire (structures lenticulaires, passages latéraux, rigoles d'érosion…) rappellent que la Formation des Sables de Lemba se serait déposée aux dépens de celle des Sables ocre sous l'influence d'un intense lessivage lors de la transition climatique Néogène-Quaternaire responsable de la perte de la couleur ocre (élimination des oxydes de fer) et l'apparition de la couleur claire et blanche (enrichissement en $SiO_2$) dans un environnement fluviatile associé à des anciens chenaux. Avec une puissance pouvant dépasser 11 m, deux membres ont été identifiés dans cette Formation des Sables de Lemba, confirmant ainsi le rang lithostratigraphique de « Formation » leur attribué. Compte tenu de leur richesse en $SiO_2$ et de leur finesse granulométrique, la Formation des Sables de Lemba représente une ressource importante pour plusieurs secteurs industriels, notamment la verrerie ou le BTP.

**Mots-clés:** Climat; sables; fluviatile; chenaux; Lemba; lenticulaire; Membres; lessivage

**Abstract**

In the eastern part of the city-province of Kinshasa, the lens-shaped deposits of the Lemba Sand Formation have attracted little attention from researchers due to their limited geographic extent and localized distribution. However, this sedimentary geometry (lenticular structures, lateral transitions, erosion gutters…) suggests that the Lemba Sand Formation was deposited at the expense of the Ochre Sand Formation under intense leaching during the Neogene-Quaternary climate transition, which caused the loss of ochre color (removal of iron oxides) and the appearance of a light and white color (silica enrichment) in a riverine environment associated with ancient channels. With a thickness that can exceed 11 meters, two members have been identified for the Lemba Sand Formation, thus confirming the lithostratigraphic rank of "Formation" assigned to it. Given their richness in $SiO_2$ and fine grain size, the Lemba Sand Formation is an important resource for several industrial sectors.

**Keywords:** Climate; Sands; Riverine; Channels; Lemba; Lenticular; Members; Leaching

## 1. Introduction

Considéré comme la 3e ressource la plus utilisée de la planète Terre après l'eau et l'air [1-3], le sable est la ressource méconnue de notre développement. Son champ d'application industrielle s'étend de l'électronique (microprocesseurs, puces électroniques, écrans d'ordinateur), à la construction, en passant par la verrerie, l'automobile, la cimenterie, les photovoltaïques, la fonderie, et le pneumatique [4-7].

La ville de Kinshasa dans sa partie orientale (Fig.1) est recouverte d'un manteau très épais constitué des sols sabloneux, sablo-argileux, argileux de couleur ocre, brun clair, et parfois rougeâtre [8-10]. D'origines éolienne et fluviatile, ces sols affleurent sur les hautes, moyennes et basses terrasses de Kinshasa, recouvrant simultanément les

***Correspondant :*** *pierrepatytshibumbu@gmail.com* ***(P. P. K. Tshibumbu)***

***Copyright : © The Author(s) Published under a Creative Commons Attribution 4.0 International Licence (CC BY 4.0)***

*[1] Mention Géosciences, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa, Kinshasa, République Démocratique du Congo*
*[2] Département de Géologie Générale, Centre de Recherches Géologiques et Minières (CRGM), Kinshasa, République Démocratique du Congo*
*[3] Mention Génie Energétique et Environnemental, Faculté de Pétrole, Gaz et Energies Renouvelables, Université de Kinshasa, Kinshasa, République Démocratique du Congo*

discordances érosionnelles se trouvant aux toits de la Formation de l'Inkisi et celle des Grès polymorphes [11-13].

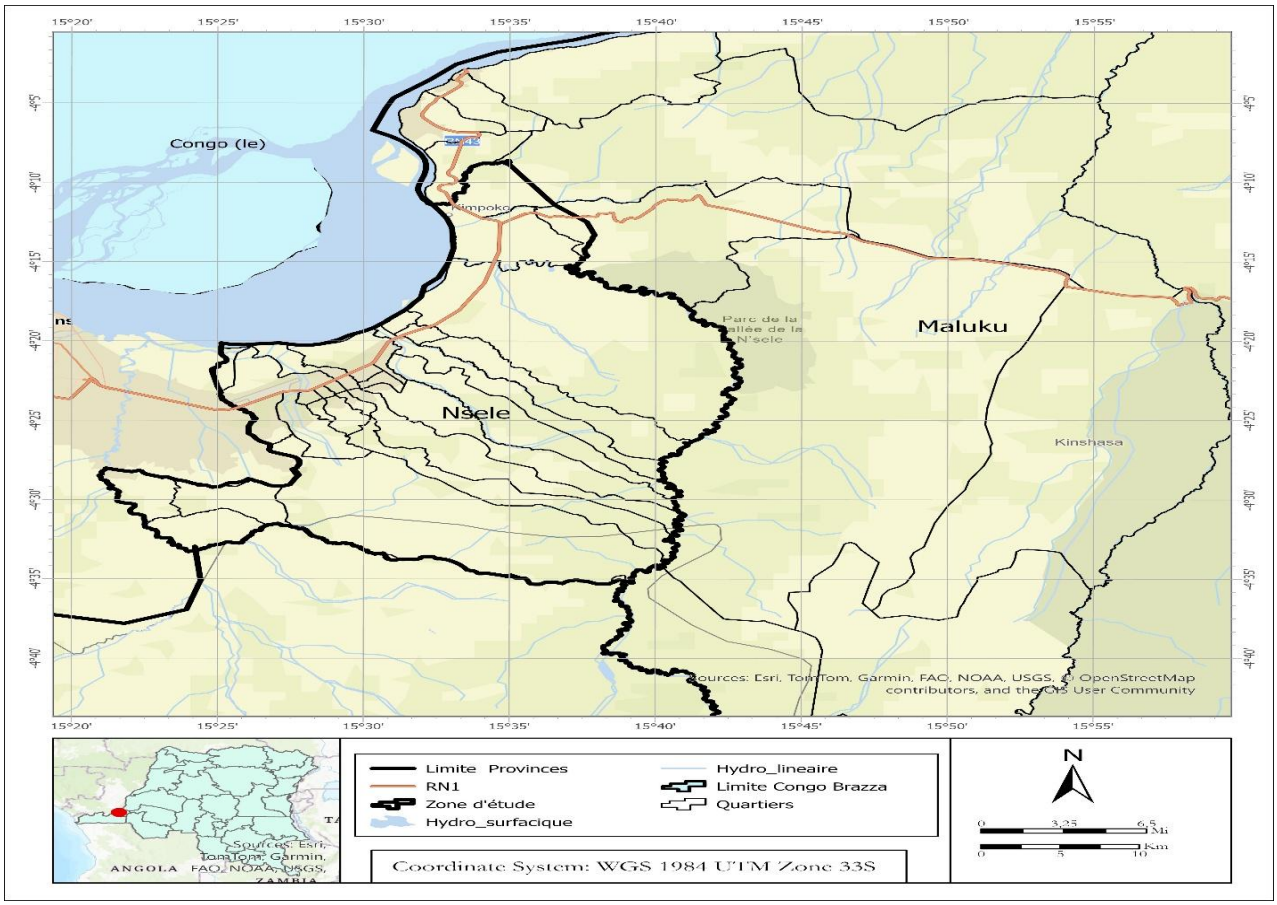



***Figure 1 :*** *Vue d'ensemble de la ville province de Kinshasa localisant les diverses couvertures sableuses dont la Formation des sables de Lemba*

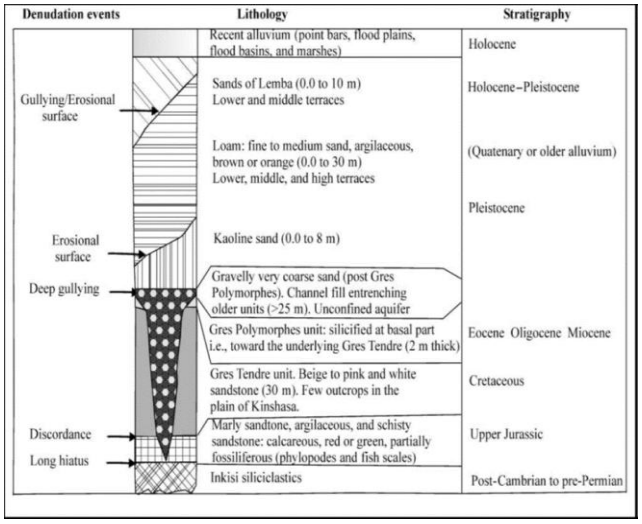



***Figure 2 :*** *Colonne lithostratigraphique de la ville province de Kinshasa [18]*

Parmi ces sols, [14-18] distinguent sur base de leurs origines, leurs tailles et compositions minéralogiques (Fig.2) : (i) la Formation des Sables ocre (d'âge Néogène), d'une trentaine de mètres d'épaisseur ; (ii) la Formation des Sables de Lemba, d'une dizaine de mètres d'épaisseur (d'âge Pléistocène - Holocène) et (iii) les alluvions anciennes et récentes (d'âge Holocène).

Bien que plusieurs niveaux lenticulaires de Sables de Lemba aient été identifiés dans la ville province de Kinshasa [19, 15, 12, 18, 20], leurs paléomilieux de dépôts, leur intérêt économique tout comme leurs coupures lithostratigraphiques restent mal contraints.

Ainsi, cet article vise à pallier cette lacune en rétablissant les conditions paléoenvironnementales de dépôts de la Formation des Sables de Lemba et en cherchant à comprendre les critères d'ordre lithostratigraphique ayant conduit à l'attribution du rang de 'Formation' à cette unité lithologique.

## 2. Méthodes

La méthodologie exploitée pour atteindre l'objectif assigné a impliqué le levé pédostratigraphique sur le terrain et l'examen des grains de minéraux détritiques constituant les sables blancs ainsi que leur géochimie en éléments majeurs au laboratoire.

### 2.1. Levé pédostratigraphique

Celui-ci a consisté aux prélèvements des épaisseurs des couches des sables blancs, des couleurs, des textures, des tailles de grains et de l'humidité des horizons pédologiques acquises le long de profils pédologiques. Il a ainsi permis la collecte des échantillons étiquetés d'un numéro d'ordre

précédé des initiales TK découlant de Tshibumbu Kayeya (Fig.3).

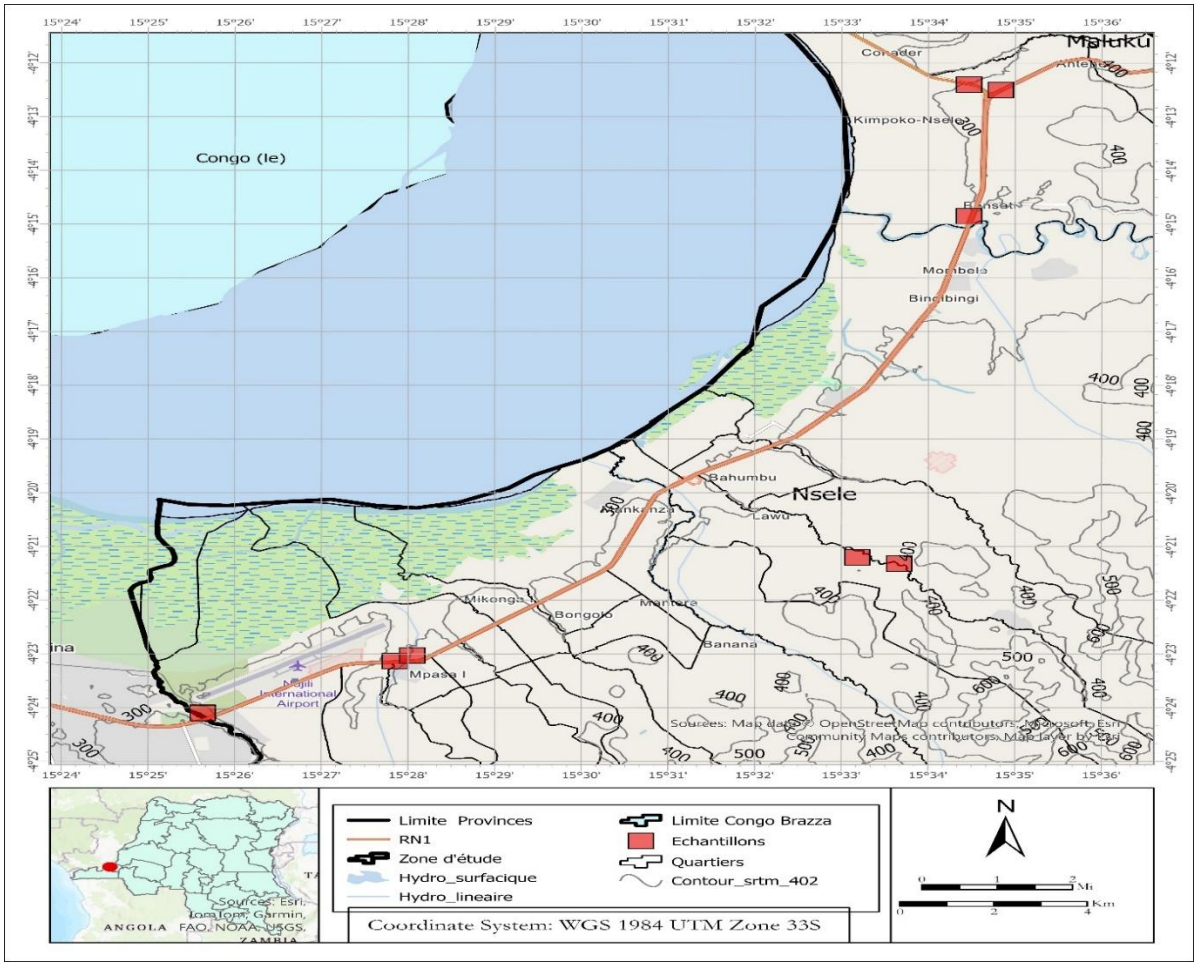



***Figure 3 :*** *Carte de localisation des stations d'observations et de prélèvement des échantillons suivants neuf profils pédologiques*

### 2.2. Analyses au laboratoire

Les échantillons de sables blancs récoltés entre les communes de la N'sele et Maluku à l'Est de la ville province de Kinshasa ont été soumis à un traitement préalable avant leur description minéralogique et analyses géochimiques successivement effectuée au Laboratoire de sédimentologie et géologie des terrains superficiels de l'Université de Kinshasa, et au Laboratoire de chimie de la Cimenterie de Lukala (CILU) au Kongo Central. Cette description procède en deux étapes ci-après :

- *Individualisation des grains détritiques,*

Cette opération a consisté à : (i) débarrasser l'échantillon, après nettoyage, des différentes impuretés superficielles ; (ii) le sécher, à l'air libre puis dans une étuve ventilée et réglée à 105°C pendant 24 heures ; (iii) à le tamiser sur une colonne de tamis de 2 mm, 1 mm et 500 µm ; (iv) en décrire des minéraux sur les fractions allant de 1 mm à 500 µm, à l'aide d'une loupe binoculaire de marque Optika vieuw.

- *Géochimie des sables blancs purs et humifères.* - Effectuée au Laboratoire de chimie de la Cimenterie de Lukala (CILU) au Kongo Central, cette analyse géochimique a concerné une poudre de granulométrie inférieure à 63 µm issue du broyage de la matrice siliceuse des sables blancs et soumise à une fusion alcaline au $LiBO_2$ réglée à 1050°C en vue de dissocier le quartz des minéraux lourds tels que l'apatite et le zircon. Le matériau final obtenu a été analysé par ICP-OES, spectrométrie d'émission optique à plasma couplé inductivement afin de déterminer les teneurs en oxydes majeurs (en poids %) des sables blancs étudiés, après correction de la perte au feu représentant la matière organique.

## 3. Résultats d'investigation de terrain et de laboratoire

### 3.1. Données de terrain et d'observation à la loupe binoculaire

Des observations de terrain effectuées dans la partie orientale de la ville province de Kinshasa, entre les communes de la N'sele et Maluku, couplées aux analyses de laboratoire (description des phases minérales et la géochimie) ont conduit aux résultats résumés dans le Tableau 1 ci-dessous ; lequel reprend l'identifiant des échantillons, leurs sites de prélèvement, leurs coordonnées géographiques ainsi que différentes horizons des sables identifiés sur terrain avec leurs épaisseurs (en mètres).

Au total, deux horizons distincts des sables blancs ont été identifiés : horizon de sables blancs purs et secs et celui des sables purs humifères (Tableau 1) :

**Tableau 1 :** Localisation des sites de prélèvement d'échantillons de Sables de Lemba dans la partie orientale de la ville province de Kinshasa

| Id-Echantillons | Site | Lat-Sud | Long-Est | Alt-m | Observations | Ep-m |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TK01 | Mikondo | 04°24'6" | 015°25'38" | 296 | Sables blancs purs secs et sables blancs purs humides | 1,11 |
| TK02 | Mpasa 1 | 04°23'8" | 015°27'51" | 273 | Sables blancs purs et sables blancs humifères foncés | 24 |
| TK02b | Mpasa 1 | 04°23'2" | 015°28'3" | 307 | Sables blancs humifères sombres | 10 |
| TK3 | Rivière N'sele | 04°14'51" | 015°34'28" | 289 | Sables blancs purs particulaires et sables blancs humifères sombres | 9 |
| TK4 | N'sele DAIPN | 04°12'30" | 015°34'50" | 338 | Sables blancs purs | 6 |
| TK05 | Maluku | 04°12'24" | 015°34'28" | 300 | Sables blancs purs secs et humides | 11 |
| TK06 | Kinkole | 04°21'12" | 015°33'11" | 330 | Sables blancs purs et sables blancs humifères | 10,3 |
| TK07 | Kinkole | 04°21'19" | 015°33'40" | 317 | Sables blancs purs | 6,4 |

### 3.1.1. Le premier horizon

Il est reconnaissable par son toucher doux ne tachant pas les doigts, par son homogénéité ainsi que par la taille très fine de ses constituants ; il présente, sur base de l'état hydrique et de la cohésion, trois variétés :

*(i) La variété des sables blancs secs (Echantillons TK01c, (TK02a, TK06a, TK07a et TK7b).*

Ils sont identifiables macroscopiquement par leur aspect scintillant, et montrent à la loupe des grains clairs exclusivement quartzeux à granulométrie fine à moyenne, de forme arrondie à subarrondie. La majorité de ces grains translucides de quartz de coloration claire et parfois rosâtre montrent des arretes émoussés (Fig.1, Photo 1). Localement, il s'observe un grain arrondi de coloration noire de magnétite à éclat métallique.

*(ii) La variété des sables blancs humides (Echantillons TK01b, KT05b et TK06a).*

Ils sont distinguables macroscopiquement des sables blancs secs par une cohésion plus élevée ; ils montrent à la loupe des grains transparents à translucides de quartz incolores à éclat vitreux (Fig.1, Photo 2).

Ces grains quartzeux sont majoritairement xénomorphes à subautomophes avec des arêtes émoussées montrant par endroit des faces planes.

*(iii) La variété des sables particulaires (Echantillons TK03c et KT04b).*

Elle se démarque des précédentes variétés par sa structure granulaire, avec un aspect particulaire montrant à la loupe des grains translucides xénomophes à subautomorphes de quartz incolore (Fig.1, Photo 3) et parfois rosâtres, à contour lisse. Entre et autour de ces grains quartzeux à éclat magnétite (Fig.1, Photo 4) de coloration noire à éclat métallique et un grain noir, allongé, prismatique faiblement fibreux de tourmaline.

### 3.1.2. Le second horizon (sables blancs humifères)

Il se distingue par la proportion très prononcée en humus leur conférant une coloration sombre et foncée, et présente, sur base de la couleur, deux variétés :

*(i) La variété des sables blancs humifères sombres (Echantillons TK02c, TK3e et TK4c).*

Elle est mise en évidence par l'intensité de la coloration sombre tributaire à la matière organique, les sables blancs humifères sombres montrent à la loupe des grains clairs et translucides de quartz enrobés (Fig.1, Photo 5) de matière organique et d'oxydes de fer de couleur noire. En plus des grains fins à moyens de quartz à éclat vitreux, on observe un grain allongé et fibreux de tourmaline et quelques rares débris brun-foncés de végétaux partiellement décomposés.

*(ii) La variété des sables blancs humifères foncés (Echantillons TK02b, TK3d et TK05c).*

Celle-ci se distingue de la précédente par une teneur moins exprimée en Matière organique (MO), et montre à la loupe des grains de quartz incolores à blancs partiellement masqués par un film de matière amorphe montrant par endroit de nombreux débris végétaux (Photo 6) de coloration brune mêlés aux grains allongés de tourmaline de couleur noire à texture fibreuse.

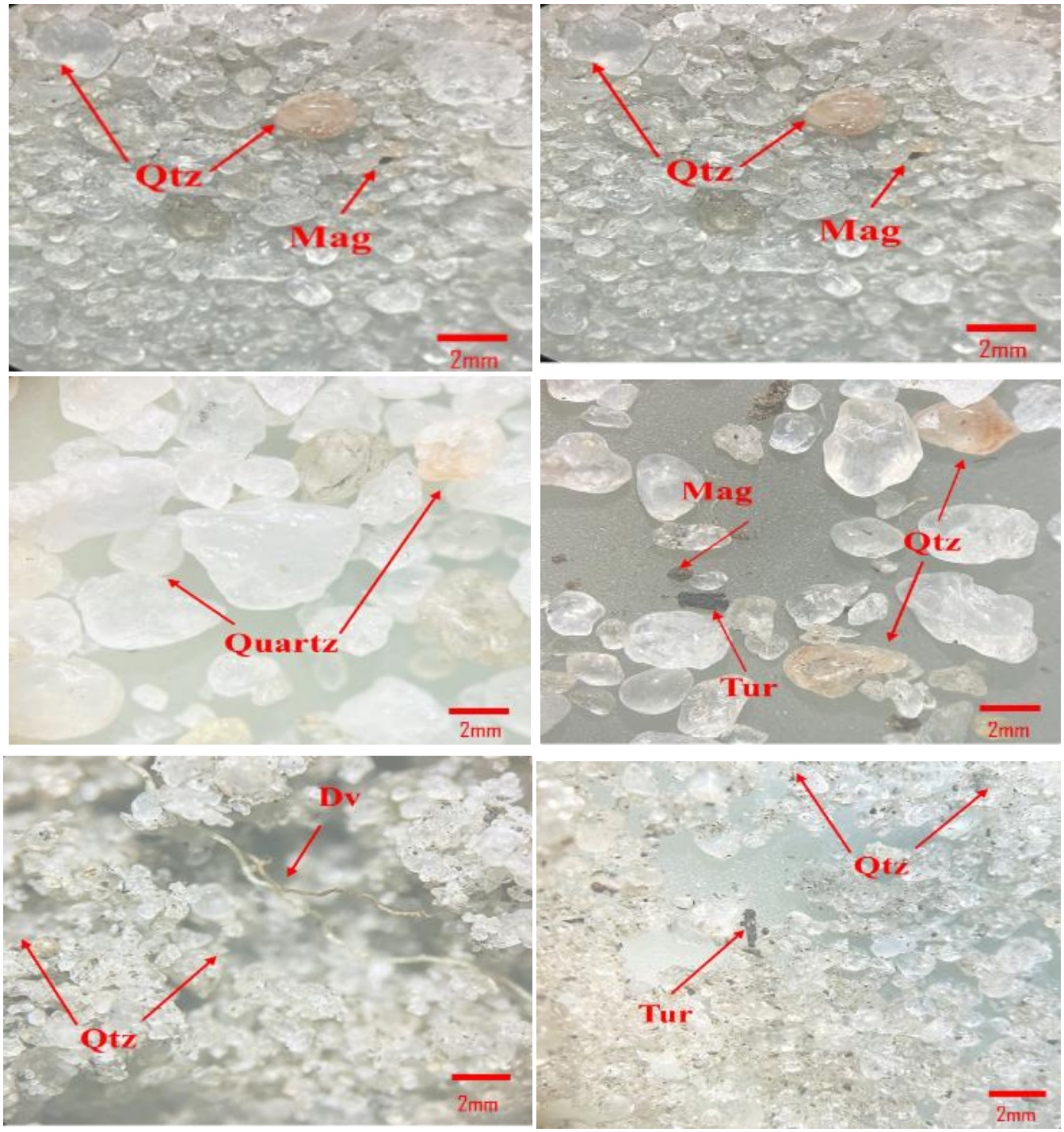



***Figure 3 :*** *Vue à la loupe binoculaire des grains détritiques des sables blanc pur et humifères. 1.Grains quartzeux à contour émoussé. 2. Grains quartzeux clairs. 3. Eclat vitreux des grains translucides clairs et rosâtre de quartz. 4. Grains sphériques de magnétite mêlés à un grain à habitus prismatique et fibreux de Tourmaline. 5.Grains quartzeux à granulométrie fine. 6.Grain prismatique de tourmaline.*

### 3.2. Analyse géochimique des sables étudiés

Le tableau 2 ci-dessous présente les teneurs en oxydes des éléments majeurs des sables blanc pur et humifères de la Formation des Sables de Lemba.

**Tableau 2 :** Compositions géochimiques (Eléments majeurs en %) des sables blancs de la Formation de Lemba

| | *Sables blancs humifères* | | | *Sables blancs purs* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Id-Echantillons* | *TK02b* | *TK3d* | *TK04c* | *TK01c* | *TK06a* | *TK03c* |
| $SIO_2$ | 92,10 | 91,18 | 90,23 | 98,52 | 98,40 | 98,47 |
| $TiO_2$ | 0,21 | 0,19 | 0,22 | 0,02 | 0,03 | 0,02 |
| $Al_2O_3$ | 2,82 | 2,93 | 3,44 | 0,45 | 0,49 | 0,47 |
| $Fe_2O_3$ | 0,91 | 0,88 | 1,28 | 0,08 | 0,10 | 0,08 |
| CaO | 0,13 | 0,15 | 0,21 | 0,02 | 0,02 | 0,03 |
| MgO | 0,06 | 0,07 | 0,11 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| MnO | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| $Na_2O$ | 0,10 | 0,09 | 0,13 | 0,04 | 0,05 | 0.04 |
| $K_2O$ | 0,45 | 0,48 | 0,55 | 0,12 | 0,14 | 0,11 |
| Perte au feu | 3,12 | 3,15 | 3,67 | 0,73 | 0,75 | 0,74 |
| Total % | 99,91 | 99,17 | 99,86 | 99,99 | 99,99 | 99,97 |

Les analyses géochimiques révèlent une nette distinction entre les deux types de sables blancs de la Formation de Lemba. Les sables blancs purs sont quasi exclusivement quartzeux, avec des teneurs en $SiO_2$ de 98,4 à 98,5% et des concentrations très faibles en $Al_2O_3$, $Fe_2O_3$, $TiO_2$ et $K_2O$, ce qui traduit un sédiment très mature, pauvre en argiles, feldspaths et minéraux ferrugineux. Leur faible perte au feu indique en outre une quasi-absence de matière organique.

A l'inverse, les sables humifères sont moins siliceux (90,2 - 92,1%) et plus riches en $Al_2O_3$ (2,8-3,4%), $Fe_2O_3$ (0,9-1,3%), et $K_2O$ (0,45-0,55%), ce qui reflète une fraction imprégnation ferrugineuse. Leur perte au feu élevée (3,12-3,67%) est liée à la matière organique et à l'eau de constitution des argiles. Dans les deux groupes, les teneurs très faibles en CaO, MgO et $Na_2O$ témoignent d'une altération chimique poussée, compatible avec un paléoclimat chaud et humide.

## 4. Discussion

Partant des considérations générales sur l'origine des horizons de sables blancs sus-décrits dans la partie orientale de la ville province Kinshasa, nous proposons à l'aide de leurs puissances, textures et signatures géochimiques les conditions paléoenvironnementales de leur dépôt ainsi que leur potentiel économique.

### 4.1. Paléomilieux de dépôt des sables blancs

Les formations sableuses représentent des séquences sédimentaires majeures dans plusieurs bassins continentaux et côtiers d'Afrique [21]. Parmi celles-ci, les sables blancs en constituent des dépôts lenticulaires particuliers généralement observés au-dessus ou latéralement associées aux sables ocre, traduisant des fluctuations paléoenvironnementales et géochimiques complexes.

Les différentes observations pédostratigraphiques réalisées sur le terrain montrent que les sables blancs sont généralement sus-jacents aux sables ocre avec des limites stratigraphiques tantôt entrecroisées, tantôt planes, rappelant de fluctuations paléoclimatiques successives Néogène-Quaternaire.

Cette disposition stratigraphique laisse penser à un arrêt de la sédimentation suivie d'une phase d'érosion intense [22] ou de non-dépôt des sables ocre avant la sédimentation des sables blancs sous des conditions climatiques humides lors de la transition Néogène-Quaternaire [17].

Les sables ocre sont caractéristiques des dépôts arides à semi-arides d'âge Néogène dont les processus d'oxydation entraînent d'après les travaux de [23], une accumulation importante des oxydes de fer, à l'origine de leur coloration ocre, brun-jaunâtre à rougeâtre et dont les épisodes climatiques humides post-néogènes auraient favorisé l'altération chimique des matériaux détritiques et la mobilisation progressive des éléments solubles.

Par conséquent, la transition sables ocre-sables blancs à l'Est de la ville de Kinshasa laisse penser à un changement paléoclimatique majeur marqué par un lessivage intense des niveaux ocreux, responsable de l'élimination progressive d'oxydes et d'hydroxydes de fer tels que l'hématite ($Fe_2O_3$) et la goethite [FeO(OH)] et la concentration résiduelle des grains quartzeux suivant la réaction (1) :

$$Fe\text{-}silicates + H_2O + O_2 \rightarrow argiles + Fe^{3+} + Silice \ (1)$$

Cette dynamique explique la coloration blanchâtre des sables blancs traduisant une forte maturité minéralogique et chimique. Cette réaction (1) montre également que l'altération chimique libère le fer contenu dans les sables ocre [24]. Dans les milieux riches en eau et appauvris en oxygène, les processus de réduction du fer deviennent dominants. Le fer ferrique ($Fe^{3+}$), responsable des couleurs rouges, jaunes, brun-jaunâtres et ocres sont réduits, suivant l'équation (2), en fer ferreux ($Fe^{2+}$), plus solubles et facilement transportés par les eaux circulantes, contribuant ainsi à la disparition des teintes susmentionnées et à l'apparition des sables de coloration claire à blanchâtre.

$$Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+} \ (2)$$

Deux horizons distincts ont été observés en fonction de la coloration : l'horizon des sables blancs purs, de couleur claire à blanchâtre et celui des sables blancs humifères, de coloration foncée à sombre. Cette différence de couleur

résulte essentiellement de la teneur variable en matière organique. En effet, d'après [25] et [26], le niveau pur correspond à un fort degré de lessivage ayant occasionné une élimination quasi complète des pigments ferrugineux ; tandis que les horizons humifères suggèrent des conditions réductrices à forte humidité et à une accumulation organique importante. Comme l'illustre le Tableau 2, les sables blancs purs montrent une teneur relativement plus élevée en $SiO_2$ par rapport aux horizons humifères qui contiennent, par contre, davantage de matières organiques.

De plus, l'existence des horizons humides, secs et particulaires dans les sables blancs suggèrent des fluctuations hydrodynamiques du milieu de dépôt. Les horizons secs représentent d'après Pettijohn et Potter [27] des phases d'émersion temporaire et de drainage efficace des dépôts sableux, contrairement aux horizons humides qui rappellent des périodes de stagnation d'eau dans les anciens chenaux. Quant aux horizons particulaires, ils sont typiques des épisodes de remaniement mécanique à l'origine d'une concentration importante des grains quartzeux granulaires individualisés et déposés lors des crues [22].

Les dépôts lenticulaires observés dans plusieurs horizons de ces sables blancs de la ville de Kinshasa traduisent un environnement fluviatile dont les variations d'énergie du courant sont responsables des dépôts discontinus et localisés [28]. Ces lentilles des sables blancs correspondent donc aux remplissages successifs d'anciens chenaux ou de petites dépressions fluviatiles.

Outre les dépôts lenticulaires, le passage latéral des sables blancs aux sables ocre serait également attribué aux conditions hydrodynamiques et pédoclimatiques dans lesquelles les dépôts changent latéralement en fonction de la vitesse du courant, de la profondeur du chenal et de la dynamique de sédimentation [29]. Ainsi, les environnements mieux drainés auraient entrainé un intense lessivage à l'origine de la formation des sables blancs contrairement aux secteurs faiblement drainés qui auraient conservé des concentrations ferrugineuses responsables des teintes ocres [29, 30].

Les rigoles d'érosion affectant les sables ocre et les sables blancs sont caractéristiques de nombreux épisodes de ruissellement les ayant affectés après leur mise en place [31]. Ces structures suggèrent d'après [32], des phases d'instabilité hydrologique au cours desquelles les eaux de surface ont remanié le couple sables ocre-sables blancs pour engendrer des alluvions à grains quartzeux bien individualisés. Ce type de remaniement est fréquent d'après [33] dans les systèmes fluviatiles tropicaux soumis à des alternances saisonnières.

La prévalence de grains quartzeux à morphologie à arêtes émoussées à cause des chocs répétés et de l'abrasion mécanique rappelle un transport relativement prolongé par saltation et traction dans une zone aqueuse dont le principal vecteur de transport serait l'eau [27]. La texture des sables blancs confirme également une dynamique hydrique relativement stable.

### 4.2. Implication Lithostratigraphique

Dans la ville province de Kinshasa, contrairement aux travaux de [11-20] ayant attribué aux sables blancs, une puissance d'environ 10 mètres, nos observations de terrain sur différents profils pédologiques au cours de cette étude révèlent une puissance moyenne beaucoup plus significative pouvant dépasser 12 mètres.

Cette importante puissance des sables blancs dans la partie orientale de la ville province de Kinshasa laisse penser à une longue période de dépôts associée aux anciens chenaux fluviatiles relativement stables.

Si les travaux antérieurs des auteurs sus-évoqués ont identifié la puissance des sables blancs, il n'en existe, de nos jours, aucun détaillant l'organisation lithostratigraphique de la Formation des Sables blancs de Lemba. De plus, les études susmentionnées considéraient la Formation des Sables de Lemba comme une unité relativement homogène. Notre étude a conduit à l'identification de deux membres sectionnés en plusieurs couches distinctes, comme illustré dans le Tableau 3, traduisant ainsi des fluctuations significatives des conditions paléoclimatiques, pédologiques et biologiques durant la sédimentation de ces sables blancs.

Le premier membre dit « sables blancs purs » comprend trois couches distinctes : les couches sèche, humide et particulaire. Par contre, le second dit « sables blancs humifères » correspond à une unité répartie en deux couches en fonction de leur richesse en matière organique : une unité à couche foncée faiblement enrichie, et celle sombre fortement enrichie en matière organique.

Par conséquent, l'identification de ces différents membres et couches constituant la Formation des Sables blancs de Lemba justifie le rang lithostratigraphique de « Formation » leur attribué par différents auteurs ayant travaillé dans la ville province de Kinshasa. [34-36] définissent une formation en stratigraphie comme, une unité lithostratigraphique fondamentale cartographiable montrant des caractères lithologiques d'aspect uniforme et suffisamment distincts des formations géologiques voisines. Ainsi, la Formation des Sables blancs étudiée dans la partie orientale de la ville province de Kinshasa répond à ce critère compte tenu de leur extension verticale et latérale et leur importante puissance ainsi que leur individualisation lithologique par rapport aux formations sous-jacentes de Sables Ocre, de Grès Polymorphes et de l'Inkisi.

**Tableau 3 :** Colonne lithostratigraphique de la Formation des sables blancs de Lemba

| FORMATION | MEMBRES | COUCHES |
|---|---|---|
| Formation des sables de lemba | *Sables blancs humifères* | *Sables humifères sombres* |
| | | *Sables humifères foncés* |
| | *Sables blancs purs* | *Sables particulaires* |
| | | *Sables blancs secs* |
| | | *Sables blancs humides* |

Cette colonne lithostratigraphique (Tableau 3) de la Formation des Sables blancs que nous proposons constitue une contribution scientifique significative car elle présente une lithostratigraphie plus complexe que celle rapportée dans les travaux antérieurs susmentionnés.

### 4.3. Intérêt économique des sables blancs

En raison de leur forte teneur en $SiO_2$ (Tableau 2) et faible teneur en FeO (Tableau 2) couplées à leur grande pureté

minéralogique, la Formation des Sables de Lemba étudiée présente un potentiel économique important. Les caractéristiques sus-évoquées font de cette Formation une ressource potentielle pour plusieurs secteurs industriels [1, 3, 5, 6, 7].

En effet, les sables extrasilicieux du Membre des Sables purs peuvent être exploités pour la confection des verres plats, des bouteilles et des matériaux optiques dans l'industrie verrière. Ils peuvent également servir dans les industries céramiques, pour la fabrication des matériaux réfractaires et les fonderies [37].

Partant de leur granulométrie relativement uniforme et leur faible teneur en argiles, ces sables blancs montrent des propriétés adéquates pour la construction et ils peuvent également servir à la fabrication de mortiers spéciaux, de bétons fins et de matériaux de finition.

Si la principale difficulté de la rentabilité économique lors de l'exploitation des sables blancs repose sur leur faible répartition géographique et leur géométrie lenticulaire, dans la partie orientale de la ville province de Kinshasa, les points de prélevement à horizons plus épais et à sables blancs purs (Cas du versant de la rivière, de la cité des médecins et du quartier Makayabu à Maluku) montrant une homogénéité granulométrique, représentent les meilleurs sites potentiels pour une exploitation future.

## 5. Conclusion

Dans la ville province de Kinshasa, plusieurs niveaux des sables blancs ont été recensés par [9] ; lesquels souffraient d'une nomenclature lithostratigraphique formelle, car certains auteurs les ont classés au rang d'une couche [19] et d'autre comme un simple horizon pédologique [11]. Malgré l'avancée décisive des recherches attribuant aux sables blancs le rang lithostratigraphique d'une Formation [17, 18], leur paléomilieux de dépôt et leur utilité économique ainsi que ses Membres constitutifs demeuraient très mal contraints.

La géométrie lenticulaire, la coloration claire à blanchâtre ainsi que l'existence des rigoles d'érosion observées dans les Sables de Lemba traduisent un important lessivage de la Formation des Sables ocre sous l'action des fluctuations climatiques Néogène-Quaternaire, à l'origine respectivement de la déferrification et de l'enrichissement en grains quartzeux clairs et blancs dans un environnement fluviatile associé à des anciens chenaux.

En outre, cette étude lève l'incertitude du rang lithostratigraphique des sables blancs dans la ville province de Kinshasa par l'identification de deux Membres regroupant cinq couches distinctes et par la proposition d'une puissance pouvant atteindre plus de 12 m pour cette Formation des Sables de Lemba ; laquelle jouit, en dépit d'une géométrie lenticulaire, d'un potentiel économique multiple et florissant hérité de leur pureté minéralogique.

## Références bibliographiques


[1] G. Bouchra,'Valorisation de sable siliceux pour les besoins de l'industrie de verre et photovoltaïque', *Mémoire de Master en Génie Minier, Département Génie Minier, Ecole Nationale Polytechnique, Alger, Algérie*, 2017, 40p.

[2] ONU, 'Inventaire des ressources Minières dans le Bas-Zaïre', *Rapport de résiliation préparé pour le Gouvernement du Zaïre par l'Organisation des Nations Unies agissant en tant qu'Organisation participante et chargée de l'exécution pour le compte du Programme des Nations Unies pour le développement, New-York*, Inédit, 2017, .63-66.

[3] L.D.P. Ilito, K.C. Kandolo, K.A. Mulumba, B.A. Inkiba, et K.P. Mwanza,'Propriétés Physico-Chimiques des Dépôts de Sables du Territoire de Madimba (Kongo Central), Favorables pour l'Industrie de la Verrerie', *ACASTI and CEDESURK Online Journal, Congo Sciences, ISSN : 2410-4299, Vol., 9*, 2021, 85-96.

[4] F. Maubert, '*La silice pour l'industrie : Memento roches et minéraux industriels'*, Service Géologique National du BRGM, Département Géologie, Service Roches et Minéraux Industriels, Orléans Cedex 2 – France, GEO,1989, 66p.

[5] T.B. Andrianandraina,'Extraction et valorisation des sables de l'Ikopa', *Mémoire d'Etudes Approfondies en Chimie Minérale, Département de Chimie Physique et Chimie Minérale Appliquée, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar*, 2003, 54p.

[6] J.O. Andriamanantsoa, 'Caractérisation physico-chimique et Valorisation Du Sable blanc de Soalara (Toliara II)', *Mémoire d'Etudes Approfondies en Chimie Minérale, Département de Chimie Physique et Chimie Minérale Appliquée, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar*, 2007, 84p.

[7] A.B. Benbouzid et N. Bouzekri,'Investigation et domaines d'usage des sables de carrières, d'oueds', des dunes et de plages, *Mémoire de Master en Génie Minier, Département des Mines et géologie, Faculté de Technologie, Université Abderrahmane Mira de Bejaia, Algérie*, 2020, 110p.

[8] J. Flouriot, R. Maximy, M. Pain, K. Mbuyi et X. Van Caillie,'*Atlas De Kinshasa. République du Zaire : Département des travaux publics et de l'aménagement du territoire'*, Bureau d'études d'aménagements urbains (BEAU), 1978, 44p.

[9] X. Van Caillie, '*La carte géomorphologique et géotechnique de Kinshasa au 1/20,000', planche I : République du Zaire: Département des travaux publics et de l'aménagement du territoire*, Bureau d'études d'aménagements urbains (BEAU), scale 1/20,000, 1978, 1 sheet.

[10] B.J.R. Kabamba, K.C. Mpiana, N.V. Kanda et A.B. Mavambou, 'Caractérisation granulométrique de dépôts sableux des rivières de la région de Kinshasa', *International Journal of Innovation and Applied Studies, ISSN 2028-9324 Vol. 24 No. 1*, 2018, 330-347.

[11] H.Ladmirant,'*Notice explicative de la feuille Léopoldville : République du Congo*' Ministère des Terres, Mines et Energie, Gouvernement Central, Direction du Service Géologique, échelle 1: 200,000, Degré carré S5/15, 1964, 65 p.

[12] Lefèvre'*Carte géologique à l'échelle du 1/200.000. Léopoldville : Service géologique (Bureau de Léopoldvillle', Bureau d'Elisabethvillle*, Bureau de Bukavu, 1964.

[13] X. Van Caillie, 'Hydrogéologie et Erosion dans la Région de Kinshasa', *Thèse de Doctorat en Sciences géologiques, Université Catholique de Louvain, Louvain, Belgique*, 1983, 554 p.

[14] J. Lepersonne, '*Carte géologique du Congo. Feuille S.6/14 : Notice explicative de la feuille de Ngungu'*, Musée royal de l'Afrique centrale, Département de géologie et minéralogie, Bruxelles, Belgique, 1973, 61p.

[15] Onudi, '*Phase I : Travaux de reconnaissance Préliminaire et Phase II : Prospection systématique*,'Kinshasa – Bas-Congo, Inédit, 1986, 45-46.

[16] A.Egoroff,'*Esquisse géologique du sous-sol de Léopoldville : D'après les sondages (1947-1955). Léopoldville*,' Service Géologique du Congo Belge et du Ruanda-Urundi, 1955.

[17] P. Giresse, 'Mesozoic-Cenozoic history of the Congo Basin, *Journal of African Earth Sciences', Vol. 43*, 2005, 301-315.

[18] A.S.A. Lateef, M. Fernandez-Alonso, L. Tack et D. Delvaux, 'Geological constraints on urban sustainability, Kinshasa City, Democratic Republic of Congo', *Environmental Geosciences, Vol. 17, 1*, 2010, 17-35.

[19] F. Corin et J. Huge, 'Coupes géologiques des sondages effectués par le Service Géologique à Leopoldville', *Bulletin Service Géologique Congo Belge et Ruanda-Urundi*, v.4, 1948, 15–53.

[20] I.L.A. Mango, 'Valorisation des géoressources argileuses de la région de Kinshasa pour améliorer la qualité et la durabilité des matériaux de construction utilisés dans l'habitat périurbain', *Master en Sciences géologiques, Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université de Liège, Liège, Belgique*, 2015, 90p.

[21] J. Runge, '*The Congo River, Central Africa, Geomorphology and Management'*, 2007, 293–309.

[22] J. Maley,'The African rain forest – main characteristics of changes in vegetation and climate from the Upper Cretaceous to the Quaternary', *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, 1996, 31-73.

[23] Y. Tardy,'*Pétrologie des latérites et des sols tropicaux'*, Ed. Masson, Paris, France, 1993, 459 p.

[24] G.Millot*, 'Géologie des argiles : altérations, sédimentologie, géochimie'*, Ed. Masson, Paris, France, 1983, 499 p.

[25] P.Duchaufour, *'Pédologie: sol, végétation, environnement,'* 5e édition, Masson Paris, France, 1997, 24 p.

[26] G.J. Retallack, *'Soils of the Past : An Introduction to Paleopedology*, 2nd edition, Blackwell Science, Oxford, England, 2001, 404p.

[27] F.J. Pettijohn et P.E. Potter*, 'Atlas and Glossary of Primary Sedimentary Structures'*, Ed. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 1964, 370 p.

[28] A.D. Miall*, 'The Geology of Fluvial Deposits : Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology'*, Ed. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 1996, 582 p.

[29] H.G. Reading*, 'Sedimentary Environments : Processes, Facies and Stratigraphy'*, 3rd edition, Blackwell Science, Oxford, England, 1996, 688p.

[30] K. Pye et H. Tsoar, *'Aeolian Sand and Sand Dunes'*, 2nd edition, Springer, Berlin, Germany, 2009, 458p.

[31] M.E. Tucker, '*Sedimentary Petrology : An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks*', 3rd edition, Blackwell Science, Oxford, Germany, 2001, 272p.

[32] S. Boggs, '*Principles of Sedimentology and Stratigraphy*,' 5th Edition, Pearson Prentice Hall, New-York, USA, 2012, 585p.

[33] J. Tricart et A. Cailleux,'*Introduction à la géomorphologie climatique*', Ed. SEDES, Paris, France, 1972, 306p.

[34] B.H. Purser, '*Sédimentation et diagenèse des carbonates néritiques récents. Tome 1 : les éléments de la sédimentation et de la diagenèse*' Ed. Technip, v1, 1980, 366p.

[35] A. Salvador, '*International Stratigraphic Guide : A Guide to Stratigraphic Classification, Terminology and Procedure*', 2nd edition, Geological Society of America, Colorado, 1994, 214 p.

[36] C. Pomerol, Y. Lagabrielle, M. Renard, F. Guillocheau et C. Robin, *'Éléments de géologie'*, 15e édition, Dunod, Paris, France, 2015, 1168 p.

[37] P.W.Harben,'*The Industrial Minerals HandyBook : A Guide to Markets, Specifications and Prices'*, 4th edition, Surrey, Industrial Minerals Information Ltd, 2002, 412 p.