

Réaménagement holistique et durable de la ville de Mbuji mayi par option structure maillée (RD Congo)

[Holistic and sustainable reorganization of Mbuji mayi town by mesh-like structure option (DR Congo)]

M. Célestin Kayembe

Département de Géographie & Gestion de l'environnement, Institut Supérieur Pédagogique de Mbuji mayi, RD Congo

Copyright © 2017 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: By means of cyclomatic number C , index α , index β , and index γ inherent in graph theory, this paper shows the bad connectivity of Mbuji mayi town (that is 18% of connexion). To ameliorate it, we propose, on the one hand, the reorganization of actual highway network providing a long bypass to which others axis will connected, and on the other hand, to rehabilitate some main roads, to bridge small and big ravines, to plant bamboos or vetivers on the embankments of ravines preventing the gully erosion. From this system rehabilitated, the connectivity indices calculated show that the highway network is completely ameliorated (that is 55% of connexion).

KEYWORDS: Connectivity, Highway network, Holistic and sustainable reorganization, Mbuji mayi.

RÉSUMÉ: Par l'entremise du nombre cyclomatique C , des indices α , β , et γ inhérents à la théorie des graphes, notre réflexion démontre la mauvaise connectivité de l'actuelle trame viaire de la ville de Mbuji mayi (18% seulement de connexion). Pour améliorer cette connexion, nous avons proposé, d'une part, le réaménagement du réseau routier par la construction d'une rocade à laquelle viendraient se greffer quelques bretelles, et d'autre part, la réhabilitation des principaux axes routiers, la jetée des passerelles sur les artères ravinées et des ponts sur les méga-ravins ainsi que la végétalisation de leurs berges pour lutter contre l'érosion ravinante. De ce réseau réaménagé, nous avons extrait le graphe topologique et calculé les différents indices susmentionnés. Les résultats ainsi obtenus révèlent qu'il y aura une nette amélioration du réseau routier soit 55% de connexion.

MOTS-CLEFS: Connectivité, Réseau routier, Réaménagement holistique et durable, Mbuji mayi.

1 INTRODUCTION

Pour introduire cette réflexion, il convient de rappeler que l'étude sur " *l'Accessibilité spatiale des quartiers abritant les écoles de la ville de Mbuji mayi (RD Congo)* " avait ouvert une brèche qu'il importe de combler [1]. En effet, l'essai d'aménagement d'infrastructures scolaires esquissé dans l'étude susmentionnée a suscité le problème d'accessibilité desdites infrastructures, donc des quartiers abritant ces dernières. C'est dire que beaucoup de quartiers sont mal connectés. Leurs habitants ont donc plus de difficultés à accéder aux possibilités présentes dans d'autres parties de la ville, ce qui peut générer ou renforcer le phénomène d'exclusion économique, de ségrégation sociale et de stigmatisation. Pour venir au bout de ces problèmes, il faut créer de nouvelles connexions physiques et réparer celles qui existent. Autrement dit, partant du fait que l'accessibilité conditionne la croissance, la mise en valeur du territoire ne se conçoit donc pas sans une doctrine cohérente de l'organisation des transports tant il est vrai que la notion d'accessibilité est une centrale à la géographie des transports, tout comme à la géographie en général [2]. Pour ce faire notre dévolu a été jeté sur l'option " structure maillée".

Cette dernière désigne, selon Sokoloff et Ahtik, [3], l'existence d'un ensemble d'unités ponctuelles (nœuds), dont l'intégration se fait par des axes de communication (grille). En principe, l'organisation spatiale est ici non hiérarchisée (on parle parfois de réseaux), l'organisation des diverses fonctions est interactive (on parle volontiers de synergies). L'intensification des activités socioéconomiques s'opère à l'intérieur de chaque nœud et le long des axes de connexions, mais au niveau de l'ensemble territorial. Les principes fondamentaux de cette approche sont :

- l'autonomie de chaque nœud, à la fois foyer de sa dynamique propre et d'échanges avec l'ensemble du territoire ;
- l'équivalence des nœuds au sein de l'ensemble d'un territoire spatial et économique donné ;
- l'équivalence, en termes de capacité et de fonctions, des principaux canaux reliant les nœuds.

L'option "structure maillée" se traduit donc par une accentuation de l'autonomie des parties, conjuguée à une forte articulation spatiale. Son objectif ultime, et de fait celui de l'étude sous examen, est l'homogénéisation sociale, économique et démographique d'un territoire donné, donc de la ville de Mbuji mayi. En substance, l'étude est réduite à s'assurer de la connectivité du réseau routier susceptible de faciliter le déplacement de personnes et de biens sur l'étendue de l'agglomération. Ce faisant, ce texte vise à circonscrire une démarche. Il s'agit d'un paradigme fondamental de l'aménagement urbain. Car aménager l'urbain signifie mettre en rapport, d'une part, une forme d'organisation de l'espace et du bâti, et d'autre part, les activités économiques et sociales.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODE

Pour mener à bien cette étude, la carte des principaux axes routiers de Mbuji mayi [4], (Fig. 1) a été le matériel par excellence. Elle a servi de support pour constituer un graphe topologique (Fig. 2). Et ce dernier a permis de calculer les différents indices [5] [6] [7] susceptibles de rendre compte de la connectivité ou non du réseau routier de cette ville.

Toute la méthodologie qui sous-tend cette réflexion est la théorie des graphes. Cette dernière a rendu possible la construction du réseau des principaux axes de transports de la ville. Dans cette logique, la ville de Mbuji mayi a été considérée comme un réseau subdivisé en différents circuits [8] [9] [7] et le logiciel Arc GIS 10.2 a permis de compter les arêtes et les sommets ou nœuds.

Les indices calculés fondés sur la théorie des graphes [5] [6] [7] sont :

- Le nombre cyclomatique (C)

C'est le nombre de circuits fondamentaux qu'on trouve dans un réseau ; il se calcule par la formule ci-après :

$$C = e - v + 1 \quad (1)$$

Où e représente le nombre d'arêtes et v le nombre des sommets ou nœuds.

- **L'indice α** qui mesure le nombre de circuits existant dans le graphe représentatif du réseau (trame viaire) par rapport au nombre maximum des circuits que pourrait présenter un graphe ayant le même nombre de nœuds.

$$\alpha = \frac{C}{C_{\max}} = \frac{e - v + 1}{e_{\max} - v + 1} = \frac{e - v + 1}{3(v - 2) - v + 1} \quad (2)$$

- **L'indice γ** qui traduit l'importance des liaisons directes entre nœuds du réseau et le nombre maximum d'arêtes possibles pour un graphe comportant le même nombre de nœuds. Pour chaque nœud, un indice de nodalité traduit l'existence de relations plus ou moins nombreuses, directes ou indirectes avec les autres nœuds du réseau.

$$\gamma = \frac{e}{e_{\max}} = \frac{e}{3(v - 2)} \quad (3)$$

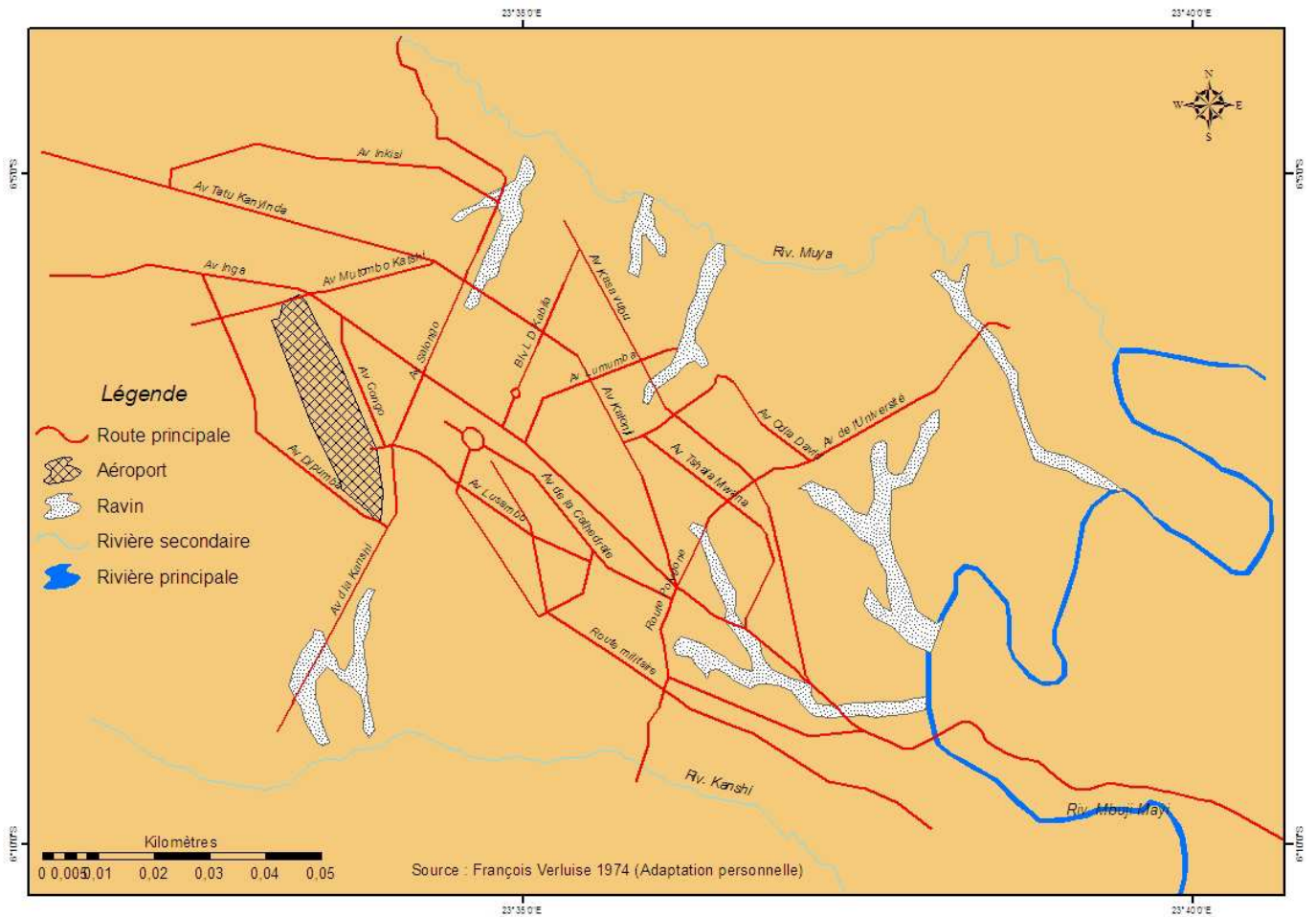


Fig. 1 : Principaux axes routiers et quelques ravins de la ville de Mbuji-Mayi

- L'indice β qui rapporte le nombre d'arêtes d'un réseau au volume des sommets de ce même réseau ; c'est-à-dire le rapport du nombre d'arêtes de $G(R)$ au nombre des sommets de ce graphe ou réseau. L'indice β permet de déterminer qu'un réseau a un circuit ou non au cas où cet indice est respectivement supérieur ou inférieur à 1.

$$\beta = \frac{e}{v} \quad (4)$$

soit jamais atteinte par les réseaux de transports. Cela s'explique par les coûts élevés de construction et d'exploitation et par les objectifs d'efficacité du secteur des transports qui sont favorisés par la massification des flux. [10].

$$\beta = \frac{e}{v} = \frac{25}{47} = 0,53$$

L'indice β est inférieur à 1. Aussi pourrait-on conclure que l'actuel réseau routier de la ville de Mbujimayi est un réseau sans circuit et son amélioration demeure impérieuse pour désenclaver maints d'entre les quartiers de différentes communes de cette ville.

En définitive, il s'avère qu'à partir des calculs faits sur les différents indices, le réseau des avenues de différents quartiers de cinq communes de la ville de Mbujimayi a une faible, voire mauvaise connectivité. Ceci a des répercussions sur l'organisation de l'espace urbain dans la mesure où elle entraîne l'isolement pur et simple des quartiers. Cet isolement ou enclavement joue, certes, défavorablement sur la vie des habitants de ces quartiers étant donné que les déplacements des biens et des personnes dépendent des moyens de transport.

Fort de ce constat, la non connectivité du réseau des avenues de la ville de Mbujimayi ne pouvant pas permettre l'accès aux équipements collectifs, notamment les infrastructures scolaires, nous suggérons l'amélioration de la trame viaire de cette ville.

3.1 ACTIONS À MENER EN VUE DE L'AMÉLIORATION DE LA CONNECTIVITÉ DE LA TRAME VIAIRE DANS LA VILLE DE MBUJIMAYI

Le projet consiste à construire d'abord une rocade appelée aussi un ring ou un périphérique d'une longueur d'environ 36 638,4 cm sur la carte (Fig. 1). Et comme un cm sur cette carte correspond à 0,005463 km sur terrain, 36 638,4 cm correspondront à 200,1555792 km qui déterminent donc la longueur réelle de notre rocade d'un coût estimé à 200 200 000 USD qui contournerait la ville dans son ensemble et permettrait d'accéder à toutes les communes (carte réaménagée, Fig. 3). Ce périphérique devrait être muni des caniveaux maçonnés pour collecter et évacuer les eaux de ruissellement. Il partirait de la commune de Dibindi près du pont de la rivière Mbujimayi en amont de la zone marécageuse jouxtant cette rivière, passerait derrière le Grand Séminaire Saint François Xavier à Lukelenge, traverserait l'avenue de l'université, qui sépare la commune de Dibindi de celle de Muya où il approcherait la résidence de feu Joseph Ngalula Mpandanjila. De là il franchirait l'avenue Lumumba, qui sépare la commune de Muya de celle de Diulu, dans sa partie ravinée (quartier Hozana à Tshikila) et atteindrait l'avenue Salongo, limite entre la commune de Diulu et celle de Bipemba. Il rejoindrait ensuite l'avenue Inkisi pour atteindre la porte du péage de Bipemba et descendrait vers Kangudia en parcourant la Nationale n° 1 et l'avenue de la Kanshi beaucoup plus au Sud. Enfin, il se relierait aux routes de la Miba, dans la commune de Kanshi, qu'il faudrait aménager conséquemment jusqu'au rond point du rectorat et de là il rejoindrait la route Militaire et remonterait vers le pont de la rivière Mbujimayi.

A ce périphérique viendraient se greffer des bretelles le raccordant au reste du réseau routier existant (Fig. 1). Certes que, sur le plan topographique, la zone que ce ring traverserait n'est pas exempte de problème. Il faut au préalable une descente sur terrain pour faire des levés topographiques. En outre, l'espace traversé n'est pas naturel, il est habité d'où il faudrait prévoir des expropriations qui, assurément, ne coûteraient pas chères étant donné que l'habitat qui y est, est fait pour la plupart des cas des maisons en matériaux hétéroclites tirés du milieu naturel et n'ayant subi aucune modification, tels que les murs en briques adobes et les toitures en chaumes ou en tôles de qualité médiocre.

3.1.1 PROPOSITION DE RÉFECTION DES AVENUES IMPRATICABLES

Dans l'état actuel des choses, la quasi-totalité des avenues de la ville de Mbujimayi sont impraticables et devraient être réhabilitées. Mais la priorité devrait être accordée aux avenues ci-après : Kasavubu, la seule qui traverse quatre communes sur les cinq qui composent la ville, Lumumba, Odi David, Kasamayi, de la Cathédrale et les autres avenues de la ville Miba, qui depuis la crise qui lamine cette société sont en dégradation effrénée.

Concomitamment, pendant que l'on serait en train de construire et de réhabiliter les avenues en aménageant des caniveaux, des égouts et des collecteurs d'eau de ruissellement, il faudrait remblayer ou jeter les passerelles sur les artères ravinées et végétaliser les abords de ces passerelles et de ces avenues pour lutter contre l'érosion ravinante.

Par ailleurs, l'on ferait mieux de jeter des ponts sur le ravin Mbala wa Tshitolo appelé aussi Tshiombela situé à la lisière de la commune de Bipemba et Diulu, entre l'avenue Salongo et de la Révolution, sur le ravin Kalonji dans la commune de Muya et sur le ravin Tshiala Mwana dans la commune de Dibindi vers Bena Kabongo. Sur la Nationale n° 1, il ya déjà le pont Stevering quitte à mettre des buses à gauche en venant de Mwene Ditu sur les branches des ravins Nyongolo 1, 2 et 3. Au

niveau de l'hôpital Dipumba, l'on jetterait un pont sur le ravin Tubondo. Cependant, pour minimiser le coût, il faudrait contourner les branches du ravin Tubondo au niveau de l'avenue de la Kanshi, les ravins de la surveillance et ceux de Nyongolo1, 2 et 3. Il faut noter que le coût d'un pont s'élève à 3000 USD par mètre linéaire en fonction de la nature du sol et d'accessibilité des matériaux !

3.1.2 VÉRIFICATION DE L'AMÉLIORATION DE LA CONNECTIVITÉ DE LA TRAME VIAIRE DE MBUJIMAYI APRÈS RÉALISATION DU PROJET

A partir de la carte connective, réaménagée (Fig. 3), nous avons élaboré un graphe topologique (Fig. 4) qui permet de vérifier l'amélioration de la connectivité de la trame viaire de Mbuji-Mayi. Ce graphe qui nous sert de support prête le flanc au calcul de tous les indices permettant ainsi d'évaluer le degré d'amélioration de la connectivité de la trame viaire de cette ville. Partant du fait que e soit le nombre d'arêtes du graphe topologique, en l'occurrence 76 ; et que v soit le nombre de sommets, dans ce cas présent 48, nous pouvons calculer les différents indices de la connectivité du réseau de la manière suivante :

$$C = e - v + 1 = 76 - 48 + 1 = 29$$

$$C > 1.$$

De ce calcul, il en découle qu'il y a maintenant des circuits, chemins fermés commençant et se terminant au même sommet car le nombre cyclomatique (C) est supérieur à zéro.

$$\alpha = \frac{C}{C_{max}} = \frac{e - v + 1}{e_{max} - v + 1} = \frac{e - v + 1}{3(v - 2) - v + 1} = \frac{e - v + 1}{2v - 5} = \frac{76 - 48 + 1}{2(48) - 5} = \frac{29}{91} = 32 \% \quad \alpha > 0 \text{ soit } 0,32.$$

Comme l'indice α est égal à 0,32 donc supérieur à zéro, cela revient à dire qu'il y aura une bonne circulation favorisée par une bonne connectivité.

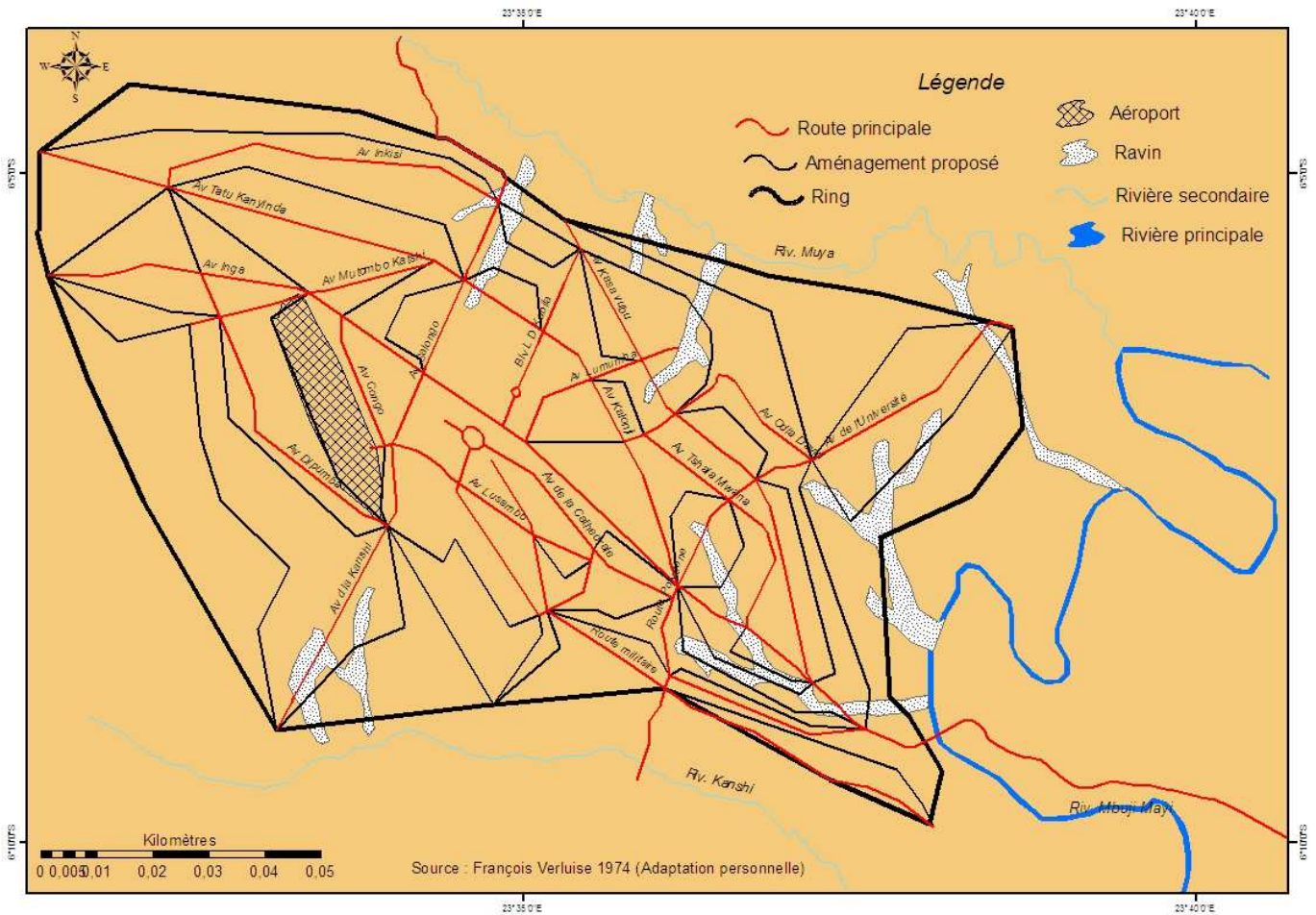


Fig. 3 : Trame viaire améliorée

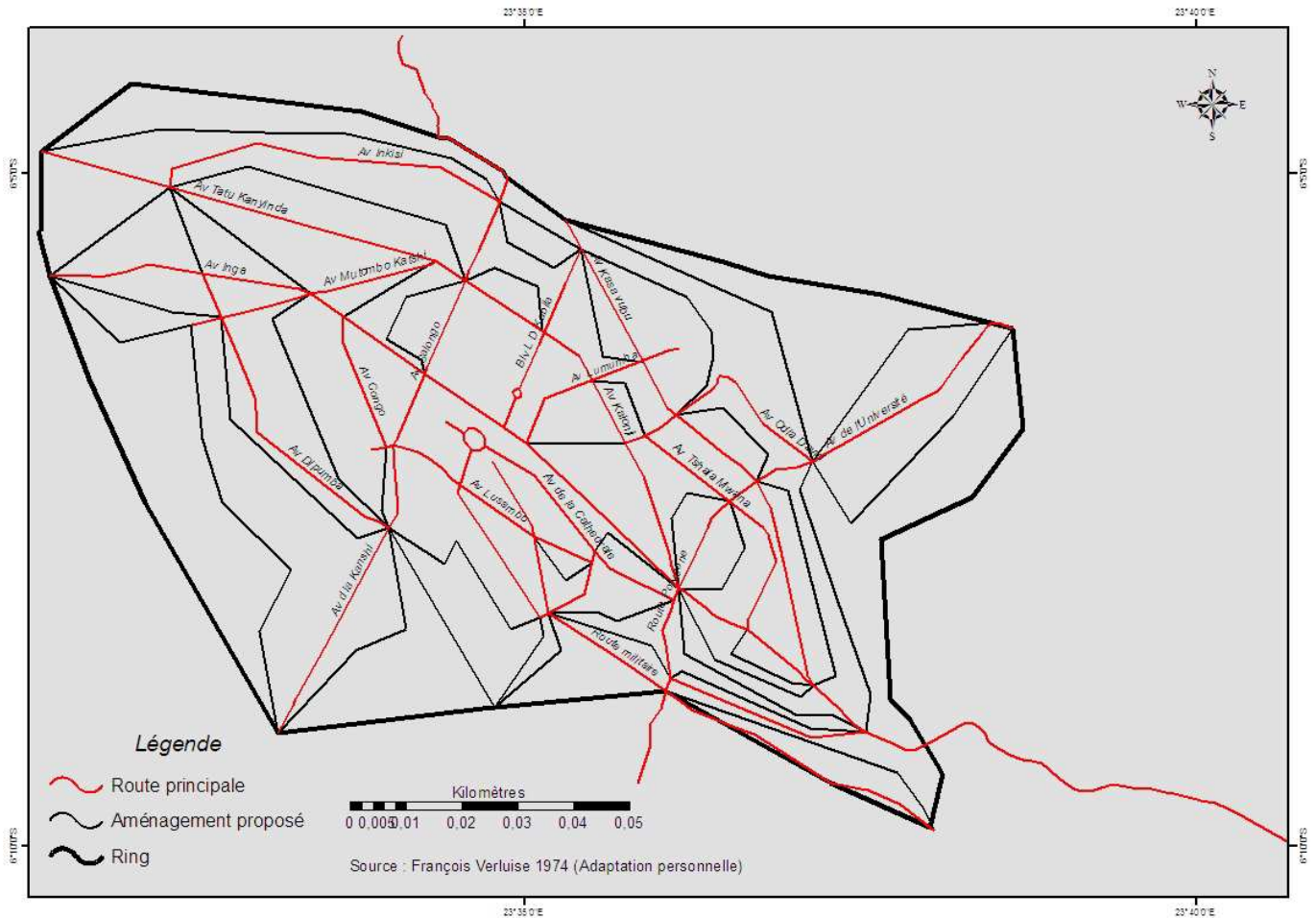


Fig. 4 : Graphe topologique de la carte améliorée

$$\gamma = \frac{e}{e_{\max}} = \frac{e}{3(v-2)} = \frac{76}{3(48-2)} = \frac{76}{138} = 55 \%$$

$$\gamma = 0,55 .$$

Le calcul montre qu'à partir de la carte du réseau routier réaménagé, ce dernier sera connecté à 55 %. Ce qui serait efficace par rapport à la situation actuelle.

$$\beta = \frac{e}{v} = \frac{76}{48} = 1,58$$

$\beta > 1$, cela va sans dire qu'il s'agit d'un réseau qui serait plus complexe avec plusieurs circuits.

3.2 ANALYSE COMPARATIVE DE LA CONNECTIVITÉ

Tableau 1 : Comparaison des connectivités actuelle et calculée (proposée)

Indices	Mesures actuelles	Aménagements proposés	Ecart
Arêtes "e"	25	76	51
Sommet "v"	47	48	1
Indice Beta " $\beta = \frac{e}{v}$ "	0,53	1,58	1,05
Indice Gamma " $\gamma = \frac{e}{3(v-2)}$ "	18 %	55 %	37 %
Nombre cyclomatique " $C = e - v + 1$ "	- 21	29	8
Indice Alpha " $\alpha = \frac{e - v + 1}{2v - 5}$ "	- 0,23	32	31,77

Source : Nos calculs sur base de la carte routière actuelle et propositions d'aménagement

L'analyse du tableau 1 révèle qu'il y a une nette amélioration du nombre d'arêtes. En effet, on est parti de 25 arêtes de la carte actuelle (Fig. 1) de la trame viaire de Mbujimayi à 76 arêtes, soit une augmentation de 51 arêtes en valeur absolue, un taux de croissance de 204 % et un indice en base 100 de 304. Par contre, les sommets partent de 47 sur la carte actuelle (Fig. 1) à 48 sur la carte réaménagée (Fig. 3) soit une augmentation d'un sommet en valeur absolue, un taux de croissance de 2% et un indice en base 100 de 102.

Quant à la connectivité en soi, les différents indices calculés sur base du graphe topologique (Fig. 4) issue de la trame viaire réaménagée (Fig. 3) ou carte réaménagée, montrent qu'elle va, en effet, connaître une nette amélioration.

Ainsi, à la lumière de ce tableau :

L'indice β , qui permet de déterminer qu'un réseau a un circuit ou non au cas où cet indice est respectivement supérieur ou inférieur à 1 (Kansky, 1963), accuse une amélioration remarquable car il devient supérieur à 1 avec une valeur de 1,58. Il va sans dire que la carte réaménagée (Fig. 3) présente plus de circuits complexes que la carte de la situation actuelle de la ville de Mbujimayi (Fig. 1).

L'indice γ qui, du reste, est une valeur en pourcentage du réseau proportionnellement connecté, passera de 18 % pour la carte de la situation actuelle du réseau routier de la ville à 55 % du réseau de la trame viaire connectée sur la carte réaménagée de cette ville. C'est dire qu'on observera une amélioration de 37 % qui fera diminuer sensiblement la proportion du réseau non connecté qui passera de 82% à 45%.

Le nombre cyclomatique (C) renforcera l'indice β . Ainsi on passera d'un réseau sans circuit complexe (C = - 21) à un réseau à circuits complexes (C = 29) . Il y aura alors une bonne connectivité.

Au regard de la carte réaménagée (Fig. 3), le réseau de la trame viaire de Mbujimayi sera très complexe étant donné que l'indice α sera généralement meilleur pour la mesure de connectivité et servira également de comparaison entre les réseaux tout en renforçant l'accessibilité. Grâce à cet indice, on va élever la connectivité du réseau routier de la ville de Mbujimayi de - 0,23 à 0,32 soit de -23% à 32 %. La réparation des axes impraticables et la création de nouvelles voies là où elles sont nécessaires seraient à la base de cette correction, en dépit du fait qu'elle serait en dessous de la moyenne.

4 CONCLUSION

Nous Avons développé dans cette réflexion une démarche basée sur un modèle d'organisation spatiale, la théorie des graphes, pouvant permettre le désenclavement de pas mal de quartiers de la ville de Mbujimayi. Le choix de cette option particulière reposera bien entendu sur un approfondissement de ce schéma conceptuel et l'analyse de données correspondantes en présence.

Dans la situation actuelle de cette ville, l'option "structure maillée" pourrait facilement se greffer sur les structures urbaines existantes, en utilisant à la fois les vestiges des quartiers anciens et les espaces encore constructibles. De plus, elle pourrait opérer la suture des tissus déchiquetés et des axes interrompus par l'érosion ravinante. Cependant pour être vraiment fructueux, ce modèle devrait être appliqué à un territoire plus large, voire l'ensemble de l'agglomération urbaine

et sa banlieue ; une hypothèse difficilement réalisable, mais pas impossible, dans la situation actuelle de la communauté urbaine. En outre, il suppose que soient établies au préalable, une vision claire de l'ensemble de cette ville, une coordination politico-administrative sans faille et une mobilisation de ressources initiales importante. Car les initiatives doivent être lancées simultanément dans toutes les parties de la ville (même si les réalisations peuvent être échelonnées). Toute entorse à cette règle conduirait inévitablement à un dérapage : soit la hiérarchisation l'emportera sur l'égalisation, soit l'étalement l'emportera sur le maillage polycentrique.

REFERENCES

- [1] Kayembe, M. et al., (in press). Accessibilité spatiale des quartiers abritant les écoles de la ville de Mbuji-Mayi (RD Congo)
- [2] Rodrigue, J.-P., (2016). «La notion d'accessibilité »
[Online] Available : <http://www.geog.unmontreal.ca/Geotrans/fr/ch1fr/meth1fr/ch1m1fr.html> (January 02, 2016)
- [3] Sokoloff, B. et Ahtik, V., (1992). Centralité urbaine et aménagement du centre-ville de Montréal. *Cahiers de Géographie du Québec*, Volume 36, Numéro 99 : 463-482
- [4] Verluise, F., (1974). Mbuji-Mayi: état actuel, problématique, options d'urbanisme, SMUH/SIDAU, Paris, 52 p.
- [5] Dupuy, G., (1985). Systèmes, réseaux et territoires *PRINCIPES DE RESAUTIQUE TERRITORIALE*, éd. Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, Paris, 168 p.
- [6] Merenne, E., (1995). Géographie des transports, éd. Nathan, Paris, pp. 29-33
- [7] Bavoux, J.-J. et al., (2005). Géographie des transports, A. Colin, Paris, 225 p.
- [8] Kansky, K. J. (1963). Structure of transport networks: relationships between geometry and regional characteristics, University Press, Department of Geography, Chicago. *Research papers*, N° 84. Le chapitre 2 « Mesures of network structure » a été publié dans Flux, N° spécial, juin 1989
- [9] Berge, C., (1967). Théorie des graphes et ses applications, Dunod, Paris
- [10] Bonnafous, A., (1994). « Réseaux de transport » in J.-P. Auray, A. Bailly, P. H. Derycke et J.-M. Huriot (dir.), Encyclopédie d'économie spatiale: concepts, comportements, organisation, Economica, Paris, pp. 325-332