

CONNECTIVITÉ ET ACCESSIBILITÉ DU RÉSEAU ROUTIER DE LA RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO

D. BUKOME ITONGWA et J.-P. KINGOMA MUNGANGA

Résumé

Partant de l'utilisation des graphes topologiques et des indices graphiques, nous mettons en évidence les potentialités ainsi que les déficiences majeures du réseau routier congolais qui contient seulement 43 % des routes bien connectées par rapport à sa capacité maximale.

Les indices de Shimbél, calculés sur base de la matrice du plus court chemin, nous ont permis de dégager pour chaque province, quatre catégories de zones d'accessibilité. Il s'agit des zones de très bonne accessibilité, des zones de bonne accessibilité, des zones d'accessibilité moins bonne et des zones d'accessibilité médiocre.

Vu l'importance des unités territoriales appartenant aux deux dernières catégories, et le degré de connectivité révélé par l'indice gamma ayant été partout inférieur à 0,45, nous avons conclu que la République Démocratique du Congo est un pays enclavé.

Le présent travail a le mérite de fournir des pistes pour l'amélioration des capacités internes du réseau routier congolais et pour le désenclavement du pays.

Mots-clés

République Démocratique du Congo (RDC), analyse spatiale, aménagement du territoire, réseau routier, enclavement, désenclavement

Abstract

From the use of topological graphs, and geographical clues, we can put in evidence the potentialities thus the major deficiencies of Congolese road network which contains only 43 % of roads which are nicely connected compared to its maximum capacity.

The clues of Shimbél, calculated by matrix bases of the smallest path, have permitted us to identify for each province, four categories of accessibilities areas (areas with accessibility).

These are area with very good accessibility, area with good accessibility, area with more less accessibility and area with a bad accessibility.

Because of the importance of the territorial unities belonging to the two last categories, and the degree of connectivity revealed by gamma clue which has being inferior to 0,45, we have concluded that the Republic Democratic of Congo is an enclave country.

This present work has worth in providing pistes for the improvement of internal capacities of the Congolese road network and for the opening of the country.

Keywords

Republic Democratic of Congo (RDC), spatial analysis, regional development, road network, wedge in, open up

INTRODUCTION

Plusieurs études ont été faites sur les routes de la République Démocratique du Congo par l'Office des Routes, l'unique entreprise publique chargée des routes dans notre pays (1980, 1983, 1986, 1990 et 1992).

Presque toutes ces études mettent l'accent sur les moyens utilisés pour garder ces routes praticables et les centres urbains accessibles ainsi que sur les avantages de pouvoir développer les routes par rapport aux autres réseaux de transport.

Notre recherche se focalise plus sur la rénovation que sur la réhabilitation, car nous pensons que c'est par *la restructuration du réseau routier congolais* qu'on pourra mieux répondre aux besoins réels du pays en matière de développement économique.

La double crise structurelle que connaît la République Démocratique du Congo aujourd'hui est largement liée à une mauvaise organisation des réseaux de communications ainsi qu'à l'insuffisance des engins mis en oeuvre. Cette situation apparaît également comme l'une des conséquences de l'extraversion des réseaux de trans-

port. En effet, il est difficile d'asseoir une économie prospère si l'espace géographique, à la fois élément et support des activités économiques, n'est pas bien structuré au départ.

Le Congo a hérité de la colonisation d'un *réseau routier extraverti*, non adapté à un État souverain. Les principales voies de communication avaient essentiellement pour rôle l'acheminement des matières premières minières et agricoles vers l'extérieur du pays. *Ce réseau ne privilégiait pas les échanges intérieurs et la mise en valeur des potentialités locales*. Les grandes difficultés à surmonter sont donc celles de l'approvisionnement des milieux urbains en produits agricoles provenant des campagnes et des milieux ruraux en produits manufacturés provenant des villes. Pour permettre de résoudre ces problèmes, les capacités internes du réseau routier doivent nécessairement être connues, à savoir le degré de connectivité et l'accessibilité. C'est le principal objet du présent article.

Notre étude a été menée durant deux années, de juin 1996 à juin 1998 ; elle a fait l'objet d'un mémoire de Licence en Sciences géographiques par J.-P. Kingoma Munganga (1998), sous la direction scientifique de D. Bukome Itongwa, Professeur Associé.

I. L'INTÉRÊT DE LA RECHERCHE

Notre recherche s'inscrit dans le cadre de l'*Aménagement des réseaux de transport*. Ce créneau mérite une attention toute particulière à cause de ses apports multiples dans le domaine du développement socio-économique.

Les réseaux de transport facilitent les échanges et entraînent le déplacement des personnes, des biens et des idées. Ils développent l'ouverture des nouveaux débouchés pour les producteurs et la création des nouveaux marchés. Ce qui a pour résultat d'augmenter la production et la consommation, de stimuler l'industrie et de transformer les modes de vie (Bukome Itongwa, 1997).

Selon B. Guy et T. Lucien (1988), « le transport routier assure une grande qualité de service, en particulier l'absence de rupture de charge et manutention. Le transport des voyageurs offre, en plus des qualités de souplesse, l'adaptation aux itinéraires, la possibilité de choix des points d'arrêt, le service de porte à porte, ainsi que la possibilité des services à la demande ».

Dans son ouvrage intitulé « Transport et développement », W. Owen (1970) affirme que les transports ont une importance unique du fait qu'ils concourent au succès ou à l'échec de presque toutes les activités économiques. Il y démontre le rôle des transports intérieurs où l'automobile dicte ses impératifs à l'aménagement. Selon le même auteur, « *un pays sans infrastructures de*

transport ne peut espérer voir les activités économiques à l'intérieur se développer harmonieusement ».

Comme l'a fait remarquer P. Chauleur (1979), « Les transports représentent pour l'Afrique un élément fondamental du développement et les pays africains y attachent tant d'importance qu'ils consacrent en moyenne le quart du montant total des crédits prévus dans leurs plans de développement nationaux ; plus de 60 % de l'allocation en faveur du transport étaient consacrés à la construction, à l'aménagement et à l'entretien des routes ».

M. Kama Funzi (1971, 1983 et 1989), de son côté, évoque l'influence de la route sur l'économie du pays. Selon lui, « Les voies de communication et les moyens de transport sont insuffisants en pays sous-développés. Généralement ils sont conçus pour permettre l'exportation des matières premières vers les pays industrialisés. Les voies de communication vont souvent des régions minières ou des plantations vers les ports maritimes. Il y a peu de voies favorisant les échanges intérieurs ou des échanges entre Etats du même continent. *Les zones qui ne possèdent pas d'activités organisées pour l'exportation sont souvent isolées* ».

Le champ d'intérêt du sujet que nous traitons est sans doute large. Son application en République Démocratique du Congo se justifie à la fois par le souci de vouloir réhabiliter les infrastructures sociales et économiques détruites et par le fait que les transports restent une condition nécessaire du développement de notre pays, comme récemment démontré par A. Huybrechts (1970).

II. MÉTHODOLOGIE

De nos jours, il n'existe aucun outil permettant d'étudier concrètement les réseaux dans leur globalité. On se contente souvent de les situer par rapport à d'autres réseaux sur base de quelques données relatives au trafic et aux flux.

Le manque d'instruments fiables qui permettent d'étudier les réseaux de transport dans leur globalité nous contraint à recourir à *la théorie des graphes*. Pour étudier les caractéristiques d'un réseau de transport, on a donc recours à son graphe topologique¹. Grâce à cette théorie qui est un élément statique, nous parviendrons à mieux connaître les possibilités internes du réseau routier congolais.

Nous avons obtenu les données de notre travail à partir d'une carte des voies de communication de la République Démocratique du Congo, au 1/6 000 000^{ème}, établie par l'Office des Routes en 1990. Ce fond de carte a subi quelques aménagements au niveau du titre de manière à l'adapter à l'objet de notre étude.

De cette carte, nous avons relié les différents centres urbains et ruraux par des arêtes qui représentent les routes, ainsi que les différentes unités territoriales ou localisations géographiques de manière à obtenir une nouvelle carte, celle des graphes topologiques (Fig. 2).

Dans la géométrie euclidienne, les graphes topologiques sont des outils d'analyse spatiale et de représentation graphique qui permettent de conserver la position relative et les liens entre les points (localisations géographi-

ques), les droites ou lignes de liaison (routes) et les aires (régions), mais qui ne tiennent pas compte de la distance entre les points, de la forme des droites et de la surface des aires.

Dans le contexte qui est le nôtre, la carte du graphe topologique nous a permis de calculer un certain nombre d'indices (l'indice alpha, l'indice beta et l'indice gamma), notamment l'indice gamma *de loin le plus intéressant et le plus significatif*, et de déterminer ainsi la



Figure 1. Le réseau routier congolais en 1998

connectivité du réseau. En ce qui concerne l'accessibilité, la lecture géographique se fait grâce aux isolignes d'accessibilité obtenues à partir de l'indice de Shimbel.

Le nombre de classes K_1 (de Huntsberger) et K_2 (de Brooks-Carruthers) a été calculé par les formules suivantes (Groupe Chadule, 1974) :

$$- K_1 = 1 + 3,3 \log_{10} n,$$

$$- K_2 < 5 \log_{10} n.$$

Cependant, pour faciliter l'interprétation, nous avons procédé à un regroupement en ne gardant que quatre catégories de zones d'accessibilité par province, celles qui nous ont semblé les plus significatives. Il s'agit des zones de très bonne accessibilité, des zones de bonne accessibilité, des zones d'accessibilité moins bonne et des zones d'accessibilité médiocre. Les deux dernières catégories sont constituées par les unités territoriales les plus enclavées et qui, pour beaucoup, sont, fort malheureusement, des zones potentielles de productions agricoles.

Annexe 1. Liste des lieux correspondant aux numéros sur les figures 1 et 2

1. Tshela	36. Bumba	76. Dungu	115. Kongolo
2. Boma	37. Bangondanga	77. Poko	116. Kalemie
3. Seke-Banza	38. Basankusu	78. Rungu	117. Kabalo
4. Luozi	39. Bolombo	79. Faradje	118. Nyunzu
5. Matadi	40. Mbandaka	80. Watsa	119. Manono
6. Banza-Ngungu	41. Ingende	81. Isiro	120. Moba
7. Kasangulu	42. Bikoro	82. Wamba	121. Kabongo
8. Kimvula	43. Befale	83. Aru	122. Kaniama
9. Kinshasa	44. Djolu	84. Mahagi	123. Malemba-Nkulu
10. Kiri	45. Boende	85. Yahuma	124. Pweto
11. Bolobo	46. Bankoto	86. Basoko	125. Kamina
12. Mushie	47. Bokungu	87. Isangi	126. Mitwaba
13. Oshwe	48. Ikela	88. Banalia	127. Kapanga
14. Bandundu	49. Dekese	89. Bafwesende	128. Bukama
15. Bagata	50. Kole	90. Mambasa	129. Sandoa
16. Bulungu	51. Ilebo	91. Bunia	130. Lubudi
17. Masi-Manimba	52. Dimbelenge	92. Kisangani	131. Dilolo
18. Kenge	53. Luebo	93. Wanie-Rukula	132. Kasaji
19. Kikwit	54. Tshikapa	94. Ubundu	133. Mutshatsha
20. Idiofa	55. Kananga	95. Opala	134. Kolwezi
21. Gungu	56. Kazumba	96. Beni	135. Likasi
22. Popokabaka	57. Tshimbulu	97. Lubero	136. Kasenga
23. Feshi	58. Luiza	98. Rutshuru	137. Lubumbashi
24. Kasongo-Lunda	59. Dibaya	99. Goma	138. Kipushi
25. Kahemba	60. Lomela	100. Masisi	139. Sakania
26. Zongo	61. Ktako-Kombe	101. Walikale	
27. Bosobolo	62. Lodja	102. Lubutu	
28. Gbadolite	63. Lubefu	103. Punia	
29. Yakoma	64. Lusambo	104. Kindu	
30. Libenge	65. Lubao	105. Pangi	
31. Gemena	66. Mbuji-Mayi	106. Kibombo	
32. Businga	67. Kabinda	107. Kasongo	
33. Kungu	68. Tshilenge	108. Kabambare	
34. Budjala	69. Ngandajika	109. Bukavu	
35. Lisala	70. Mwene-ditu	110. Shabunda	
	71. Bondo	111. Kabare	
	72. Ango	112. Mwenga	
	73. Bambese	113. Uvira	
	74. Buta	114. Fizi	
	75. Niangara		

Figure 2. Graphe topologique du réseau routier congolais en 1998

Cet article offre ainsi *la possibilité d'identifier les axes de développement les plus importants*. Ce qui permettra d'éviter les tâtonnements dans le choix des priorités en matière d'aménagement des réseaux de transport.

III. CADRE GÉNÉRAL

La République Démocratique du Congo (RDC) est le plus vaste État de l'Afrique centrale. Elle s'étend sur 2 345 409 km² (Van Chi-Bonnardel, 2000). Située au centre de l'Afrique, elle est traversée par l'Equateur ; elle s'étend de 13°27' de latitude Sud à 5°20' de latitude Nord, soit sur 2 190 km environ du Nord au Sud. Elle est comprise entre 12°15' et 13°15' de longitude Est et comprend 9 165 km de frontières. Au Nord de l'estuaire du fleuve Congo, une quarantaine de kilomètres de côtes constitue la seule ouverture sur l'océan Atlantique.

Les conditions physiques ne sont pas homogènes sur toute l'étendue du pays. Elles constituent une contrainte majeure à l'implantation des routes, à côté des impératifs financiers. Ainsi certains sites sont plus favorables que d'autres pour accueillir les infrastructures routières. Les éléments naturels qui exercent une influence considérable sur l'efficacité et la viabilité des réseaux de transport sont le relief, la végétation, l'hydrographie, le climat et le sol.

Le cadre humain nous intéresse, car la population congolaise est la première bénéficiaire et utilisatrice de ce réseau routier. Celle-ci était évaluée à 42 150 000 habitants en 1995, mais deux ans plus tard, c'est-à-dire en 1997, elle passera à 45 000 000 d'habitants (Revue Zaïre, UNICEF, 1997). Aujourd'hui, dans la plupart des discours, on avance le chiffre de 50 000 000 d'habitants qu'il faudra cependant considérer avec certaines réserves, car aucun recensement officiel ne l'a confirmé.

Sa répartition est très inégale. Elle est rurale à concurrence de 71 % et sa densité moyenne est de 19 habitants/km² alors que le taux de croissance est de 3,1 % par an.

Avant la colonisation, les régions de savane abritaient la grande majorité de la population formée d'agriculteurs et d'éleveurs, la forêt restant quasi inhabitée. Les régions les plus peuplées, et qui le demeurent, étaient les confins orientaux et la région du cours inférieur du Congo.

Le développement des communications modernes au cours de la période coloniale a entraîné un déplacement humain vers les axes fluviaux, les routes et les voies ferrées, les grandes plantations commerciales et les exploitations minières du Katanga (Van Chi-Bonnardel, 2000).

D'après Solotshi M. (1998), *la cartographie des densités rurales* supérieures à 10 habitants par km² montre la concentration de la population congolaise *sur trois axes* :

- un axe ouest de l'Atlantique jusqu'au Kasai oriental (20 habitants par km²) ;
- un axe nord-sud de la frontière soudanaise au lac Tanganyika (70 habitants par km²) ;
- un axe s'étendant de l'Ubangi à Bumba (17 habitants par km²).

À côté de ces axes, on a également des ensembles restreints dont les densités sont au-dessus de 10 habitants par km² :

- un ensemble qui entoure le centre d'Isiro (23 habitants par km²) ;
- la vallée du fleuve Congo avec des densités de 50 habitants par km² en moyenne (Upemba au Katanga, le Maniema et la vallée de la Lomami à l'ouest de Kisangani).

Pour l'ensemble du pays, les zones où la densité des populations rurales est supérieure à 10 habitants par km² couvrent 27 % de la superficie et regroupent 70 % de la population totale. Celles où ces densités sont supérieures à 20 habitants par km² couvrent 11 % de la superficie et regroupent 45,5 % de cette population.

Sur le plan de l'organisation de l'espace et de l'aménagement du territoire, c'est donc dans ces zones denses que les actions de développement, notamment en ce qui concerne les infrastructures routières, devraient trouver l'effet multiplicateur le plus sensible.

IV. LE RÉSEAU ROUTIER CONGOLAIS

C'est l'Office des Routes qui s'occupe des infrastructures routières en République Démocratique du Congo. Créé par l'Ordonnance-Loi n° 71/023 du 26 mars 1971, l'Office des Routes est une entreprise publique à caractère technique, jouissant d'une autonomie financière et dotée de la personnalité juridique. Il est soumis au pouvoir de tutelle du Ministère des Travaux Publics et de l'Aménagement du Territoire.

Deux points vont nous permettre d'appréhender les caractéristiques essentielles du réseau routier congolais : l'évolution de la politique routière et la classification des routes au Congo.

A. L'évolution de la politique routière au Congo

Cette évolution est marquée par trois périodes distinctes (Revue Nzela, n° 29, 1992), à savoir la période coloniale, la période de 1960 à 1971 et la période de 1971 à 1991.

1. La période coloniale

À cette époque, l'épine dorsale des voies de communication est encore constituée par 14 000 km de voies navigables complétées par 5 200 km de chemin de fer. C'est à cet ensemble eau-rail qu'est venu s'ajouter le réseau

de 145 000 km de routes permanentes ou saisonnières. L'essentiel de l'entretien routier est assuré soit par cantonnement, soit par réquisition civile.

2. La période de 1960-1971

Cette période est caractérisée dans un premier temps (de 1960 à 1965) par un abandon quasi généralisé de l'entretien routier et par une réduction du trafic, consécutifs aux troubles qui avaient secoué le pays. Le redressement s'est effectué après 1965.

3. La période de 1971 à 1991

Le gouvernement de l'époque a fait mener des études et des expériences qui ont démontré la nécessité de doter le pays d'un instrument efficace d'intervention dans le domaine routier. Pour ce faire, plusieurs services furent détachés du Département des Travaux Publics et de l'Aménagement du Territoire pour constituer ce qui deviendra l'Office des Routes. Il s'agit de la Direction des Ponts et Chaussées, la Direction du Laboratoire National des Travaux Publics, la Direction de la Mécanisation et de la Section des bacs.

B. La classification des routes au Congo

Cette classification a été déterminée par l'Ordonnance présidentielle du 30 août 1978 portant le n° 78/335 modifiant la première Ordonnance n° 71/023 du 26 mars

1971, relative à la classification routière dans la République du Zaïre, actuellement la République Démocratique du Congo.

Cette Ordonnance présidentielle du 30 août 1978 avait été complétée par l'Arrêté Départemental n° 79/BCE/TPAT/60/004/79 du 28 février 1979 portant fixation des réseaux routiers national et régional dans la République (Revue Nzela, n° 12, avril 1980, p. 29).

Les routes publiques se subdivisent en deux réseaux routiers qui sont le réseau des routes nationales (RN) et le réseau des routes régionales (RR). Ce dernier réseau comprend les routes régionales prioritaires (RR1) et les routes régionales secondaires (RR2).

Les mesures pour chaque province sont présentées dans le tableau 1.

À la table ronde préliminaire tenue en novembre 1990 sur le Programme Routier prioritaire de l'Office des Routes, il a été établi que le réseau routier congolais comportait 145 000 km, dont 58 385 km répartis en 473 tronçons sont confiés à l'Office des Routes, à raison de 2 801 km de routes bitumées (soit 4,8 %) et de 55 584 km de routes en terre (soit 95,2 %).

D'une manière générale, *sur le plan technique*, nous rencontrons *quatre types de routes* au Congo :

- *les pistes saisonnières* qui sont des routes tracées à par-

Tableau 1. Répartition administrative et régionale du réseau routier congolais en 1990 (km)

	Routes nationales		Routes régionales prioritaires		Routes régionales secondaires		Total	
	<i>(dont non revêtues)</i>		<i>(dont non revêtues)</i>		<i>(dont non revêtues)</i>		<i>(dont non revêtues)</i>	
Bandundu	2 267	1 782	3 566	3 566	3 160	3 160	8 993	8 508
Bas-Congo	1 380	755	891	891	869	869	3 140	2 515
Équateur	2 980	2 930	2 781	2 781	3 158	3 158	8 919	8 869
Katanga	4 064	3 529	4 024	4 024	2 958	2 958	11 046	10 511
Kasai occid.	1 998	1 975	1 141	1 141	859	859	3 998	3 975
Kasai oriental	1 457	1 312	1 627	1 627	1 234	1 234	4 318	4 173
Kinshasa	272	-	-	-	-	-	272	-
Kivu	2 905	2 407	2 607	2 607	1 932	1 932	7 444	6 946
Province orientale	3 706	3 528	3 484	3 484	3 075	3 075	10 265	10 265
Total	21 029	18 218	20 121	20 121	17 245	17 245	58 395	55 584

Source : Programme routier prioritaire de l'Office des Routes, 1990.

tir des sentiers reliant les villages. Elles sont utilisées pendant des périodes bien déterminées : leur largeur est souvent de 4 m. Sur les pistes, il n'y a pas d'ouvrages d'art, ni de terrassements ;

- *les pistes améliorées* : c'est le cas de la plupart des pistes rencontrées actuellement ;
- *les routes en terre* qui sont des pistes améliorées ayant fait l'objet d'une réhabilitation complète : on y a apporté les caractères géométriques d'une route (rampe, pente, drainage des eaux...)
- *les routes revêtues*, considérées à défaut comme définitives, qui exigent une surveillance accrue du corps de la chaussée et plus précisément de la couche de roulement, des accotements, fossés, caniveaux et exutoires.

Ces routes sont théoriquement conçues pour supporter un trafic intense. Ce sont des routes en béton et aussi bitumées. Leur construction exige un terrain naturel sur lequel on met une sous-couche, une couche de fondation, une couche de base, une couche de liaison et une couche de roulement.

Les difficultés d'entretien du réseau dues à sa grande longueur, sa diversité géotechnique et son caractère rudimentaire peuvent expliquer l'état de dégradation généralisé que l'on observe aujourd'hui, en dépit des efforts méritoires entrepris par l'Office des Routes.

V. LA CONNECTIVITÉ DU RÉSEAU ROUTIER CONGOLAIS

La mesure de la connectivité ou du degré avec lequel les sommets d'un réseau sont reliés entre eux (Dupuy, 1985) permet, pour un réseau connexe (solidarisant un système), d'évaluer la multiplicité des liaisons assurées dans le système par le réseau.

A. La connectivité générale

Nous avons calculé les différents indices de connectivité dans le but de connaître les capacités internes du réseau routier congolais théorique (c'est-à-dire sans tenir compte de l'état réel des routes) et d'en apprécier l'efficacité.

Soit e , le nombre d'arêtes et V le nombre de sommets du réseau :

1. L'indice beta (β)

C'est le rapport existant entre le nombre d'arêtes d'un réseau et le nombre de sommets du même réseau.

$$\beta = \frac{e}{V} = \frac{259}{201} = 1,29.$$

Ce résultat étant supérieur à 1,00, cela signifie que le réseau routier congolais possède beaucoup d'arêtes.

Il est complexe et comporte plusieurs circuits. Un circuit est un chemin fermé et se termine au même sommet.

2. L'indice gamma (γ)

$$\gamma = \frac{e}{3(V-2)} = \frac{259}{3(201-2)} = 0,43.$$

C'est le rapport entre le nombre d'arêtes du réseau étudié et le nombre maximum d'arêtes qu'il pourrait contenir. Cet indice est plus utile que l'indice beta dans la mesure où il se rapporte au nombre maximum d'arêtes possibles. Le résultat indique que le réseau routier congolais contient 43 % d'arêtes qui sont effectivement connectées par rapport à la capacité maximale de ce réseau. *Cette connectivité est faible ou mauvaise, car 57 % des routes potentielles du réseau congolais ne sont pas construites.* Il y a donc beaucoup d'entités spatiales ou d'unités territoriales isolées ou enclavées.

3. L'indice alpha (α)

L'indice alpha est le nombre des circuits fondamentaux que possède un réseau rapporté au nombre maximum de circuits fondamentaux qu'un tel réseau pourrait présenter. Ce indice varie entre 0 et 1 (Dupuy, 1985). Il établit un rapport entre le nombre des cycles observés dans un réseau et le nombre des cycles possibles. C'est donc le nombre cyclomatique réel sur le nombre cyclomatique maximum.

$$\alpha = \frac{C}{C_{\max}} = \frac{e - V + 1}{2V - 5}$$

C : le nombre cyclomatique ;

C_{\max} : le nombre cyclomatique maximal.

Dans le cas du réseau routier congolais,

$$\alpha = \frac{259 - 201 + 1}{(2 \times 201) - 5} = \frac{59}{397} = 0,14.$$

Le réseau possède très peu de circuits fondamentaux. Comme l'indice gamma (γ), l'indice alpha (α) est aussi mauvais. *La connectivité du réseau routier congolais est donc faible ce qui entraîne l'enclavement du pays.*

B. La connectivité par province

La connectivité par province est présentée dans le tableau 2.

Nous constatons d'abord que le nombre de sommets et le nombre d'arêtes changent par rapport à la situation globale du pays, c'est-à-dire par rapport à ceux qui nous ont permis de calculer la connectivité générale. Cette modification est due au fait que certaines arêtes et certains sommets ont été comptés deux fois, tel est le cas

Tableau 2. Mesure de la connectivité du réseau routier congolais par province

	Routes nationales		Routes régionales prioritaires		Routes régionales secondaires		Total	
	<i>(dont non revêtues)</i>		<i>(dont non revêtues)</i>		<i>(dont non revêtues)</i>		<i>(dont non revêtues)</i>	
Bandundu	2 267	1 782	3 566	3 566	3 160	3 160	8 993	8 508
Bas-Congo	1 380	755	891	891	869	869	3 140	2 515
Équateur	2 980	2 930	2 781	2 781	3 158	3 158	8 919	8 869
Katanga	4 064	3 529	4 024	4 024	2 958	2 958	11 046	10 511
Kasai occid.	1 998	1 975	1 141	1 141	859	859	3 998	3 975
Kasai oriental	1 457	1 312	1 627	1 627	1 234	1 234	4 318	4 173
Kinshasa	272	-	-	-	-	-	272	-
Kivu	2 905	2 407	2 607	2 607	1 932	1 932	7 444	6 946
Province orientale	3 706	3 528	3 484	3 484	3 075	3 075	10 265	10 265
Total	21 029	18 218	20 121	20 121	17 245	17 245	58 395	55 584

Source : Programme routier prioritaire de l'Office des Routes, 1990.

des routes frontalières qui forment des circuits avec les sommets se trouvant dans les provinces voisines. En ce qui concerne les arêtes, on passe de 259 à 298 et pour les sommets de 201 à 282.

Il ressort de ce tableau que les réseaux routiers des différentes provinces possèdent plusieurs circuits fondamentaux. C'est le cas des provinces du Katanga, de l'Équateur, du Bas-Congo, du Kasai occidental et de Bandundu qui ont chacune un indice beta supérieur à 1,00. Les provinces du Nord-Kivu, du Sud-Kivu et la province Orientale possèdent chacune un seul circuit fondamental et leur beta vaut 1,00. Enfin les provinces de Kinshasa, du Maniema et du Kasai oriental ont chacune un réseau très simple et leurs indices beta calculés sont inférieurs à 1,00.

Aucune des provinces n'a son réseau routier connecté à 0,50 (indice gamma) ou plus. Ce sont donc des réseaux routiers déficients. L'indice alpha et le nombre cyclomatique sont nuls pour Kinshasa, le Kasai oriental et le Maniema ; cela signifie que ces provinces possèdent des réseaux routiers très simples, connectés mais sans circuit.

Les provinces du Katanga (11 circuits), de l'Équateur (6 circuits), du Kasai occidental (3 circuits), de Bandundu (2 circuits) et du Bas-Congo (2 circuits) présentent déjà une organisation de l'espace assez complexe, car elles contiennent chacune plus d'un circuit.

L'indice gamma nous a permis de dégager *trois groupes principaux* :

- celui des provinces où *une grande partie des routes est plus ou moins bien connectée* par rapport à la capacité maximale du réseau. Il s'agit de Kinshasa ($\alpha = 0,44$), du Bas-Congo ($\alpha = 0,43$) et du Katanga ($\alpha = 0,42$) ;
- celui des provinces où *une bonne moyenne des routes est bien connectée* par rapport à la capacité maximale du réseau. Nous y retrouvons les provinces de l'Équateur ($\alpha = 0,39$), du Sud Kivu ($\alpha = 30,9$), du Kasai occidental ($\alpha = 0,38$) et de Bandundu ($\alpha = 30,7$) ;
- celui des provinces où *une faible proportion des routes est bien connectée* par rapport à la capacité maximale du réseau. C'est le cas du Maniema ($\alpha = 0,35$), de la province Orientale ($\alpha = 0,35$) et du Kasai oriental ($\alpha = 0,34$).

Il faut finalement noter le cas inquiétant du Nord-Kivu, où $\alpha = 0,04$ seulement, ce qui apparaît comme une entité exceptionnellement enclavée.

Dans l'ensemble, *la connectivité est faible aussi bien au niveau du réseau national qu'au niveau des provinces prises séparément.*

Il ressort de cette analyse que *la République Démocratique du Congo est un pays enclavé* où les déplacements des biens et des personnes, ainsi que les échanges entre les citadins et les ruraux sont difficiles.

Pour y remédier, il convient de *restructurer le réseau routier congolais* et de *réorganiser les réseaux de transport* de manière à assurer un contact permanent entre producteurs et consommateurs.

Le système de transport permet aux campagnes de participer aux échanges : plus la production s'intensifie, plus le rôle de la circulation s'affirme (Wolkowitsch, 1982). Il est également un facteur essentiel de la localisation des activités industrielles, agricoles et commerciales.

VI. L'ACCESSIBILITÉ DU RÉSEAU ROUTIER CONGOLAIS

A. Le concept d'accessibilité

Certains auteurs qui se sont penchés sur les problèmes posés par l'accessibilité ont défini ce concept selon leurs motivations (Mwanza, 1992).

Nous avons retenu dans le cadre du présent travail les définitions élaborées par les chercheurs suivants :

- Bukome Itongwa D. (1997) : L'accessibilité est la somme des liens d'un point du réseau vers les autres points du réseau par le plus court chemin ;
- Davidson (1977) : L'accessibilité est la somme de toutes les activités concentrées en un point et les différents coûts pour y accéder ;
- Derycke (1970) : L'accessibilité est l'ensemble des commodités requises pour atteindre un point de l'espace urbain ;
- Laarman (1960) : L'accessibilité est le nombre des nœuds ou stations du réseau que l'on peut atteindre en un temps donné et en un point quelconque de l'espace.

Dans l'ensemble, l'accessibilité, c'est la facilité d'atteindre de l'extérieur un point donné d'un espace bien déterminé.

B. La mesure de l'accessibilité

Nous avons calculé, pour chaque province, son degré d'accessibilité à partir des indices de Shimbel et des indices de dispersion définis ci-après.

Différents tableaux appelés « matrices du plus court chemin » ont été constitués en fonction du nombre des sous-graphes par province. Par exemple, la province de Bandundu présente un réseau routier composé de deux sous-graphes, de même que la province Orientale et le Maniema.

Pour construire les matrices du plus court chemin, nous avons inséré dans chaque case le nombre d'arêtes qui composent le plus court chemin entre deux sommets concernés. Ensuite nous avons additionné tous les chiffres de chaque rang pour obtenir des totaux, correspon-

dant au nombre total d'arêtes parcourues pour joindre chaque sommet à tous les autres sommets du graphe.

Une fois la matrice des plus courts chemins typologiques construite, on peut en tirer aisément plusieurs mesures d'accessibilité :

- *le nombre associé* d'un sommet est le nombre d'arêtes nécessaires pour joindre ce sommet au sommet qui en est le plus éloigné topologiquement ;
- *l'indice de Shimbel* est égal au nombre d'arêtes qu'il faut, à partir d'un sommet donné, pour rejoindre tous les autres sommets du réseau par le plus court chemin. On l'obtient en faisant le total par rang ;
- *l'indice de dispersion* exprime une propriété d'ensemble du réseau. C'est le nombre d'arêtes qu'il faut emprunter pour parcourir les plus courts chemins entre chaque sommet d'un réseau et tous les autres.

On l'obtient en additionnant tous les plus courts chemins repris dans la matrice ou plus simplement en faisant la somme des indices de Shimbel. C'est le total de la colonne « Total » (= total/rang).

Plus l'indice de dispersion est grand, plus il faut parcourir d'arêtes et plus l'accessibilité sera faible.

C. L'accessibilité par province

Nous avons tracé des isolignes passant par les sommets de même indice de Shimbel pour obtenir une « lecture géographique » de l'accessibilité du réseau routier congolais par province (Figure 3).

Pour une analyse beaucoup plus significative en matière d'aménagement du territoire, nous avons réduit le nombre de classes en ne considérant que *quatre zones d'accessibilité* (Tableau 3). Il s'agit des zones de très bonne accessibilité, des zones de bonne accessibilité, des zones d'accessibilité moins bonne et des zones d'accessibilité médiocre.

D'une manière générale, les entités spatiales qui nécessitent de gros efforts pour améliorer leur degré d'accessibilité appartiennent aux deux dernières catégories des zones d'accessibilité. *Pour ces zones, de nouvelles liaisons doivent être envisagées en vue de leur désenclavement*, d'autant plus qu'elles regroupent la plupart des zones potentielles de productions agricoles nécessaires à l'approvisionnement alimentaire des centres urbains.

Ces zones doivent à tout prix devenir accessibles pour avoir la chance d'être développées. C'est alors qu'on peut parvenir à établir un équilibre dans les relations villes-campagnes.

À l'heure actuelle, *nous enregistrons dans ces zones rurales des problèmes multiples et diversifiés liés à*

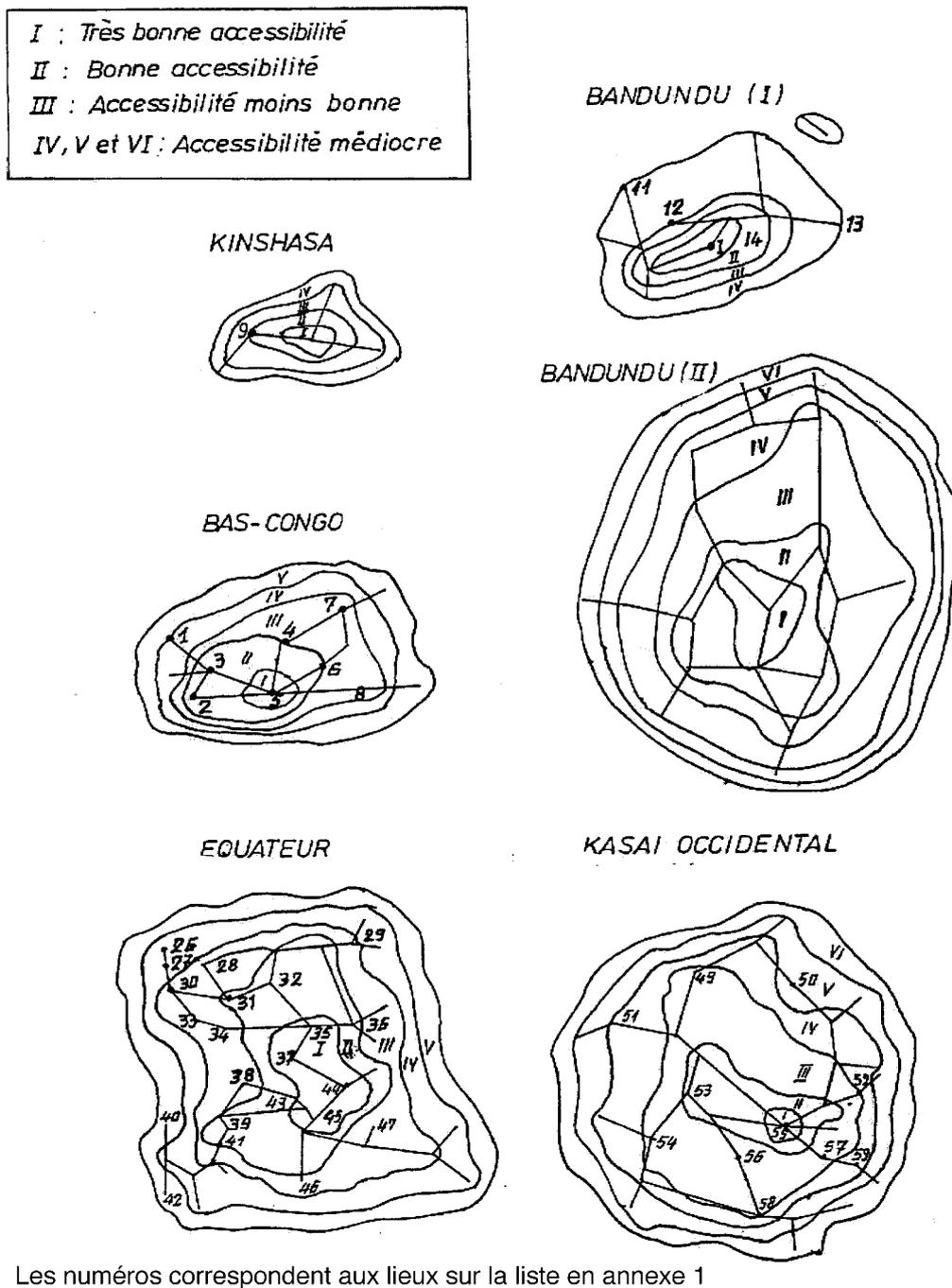
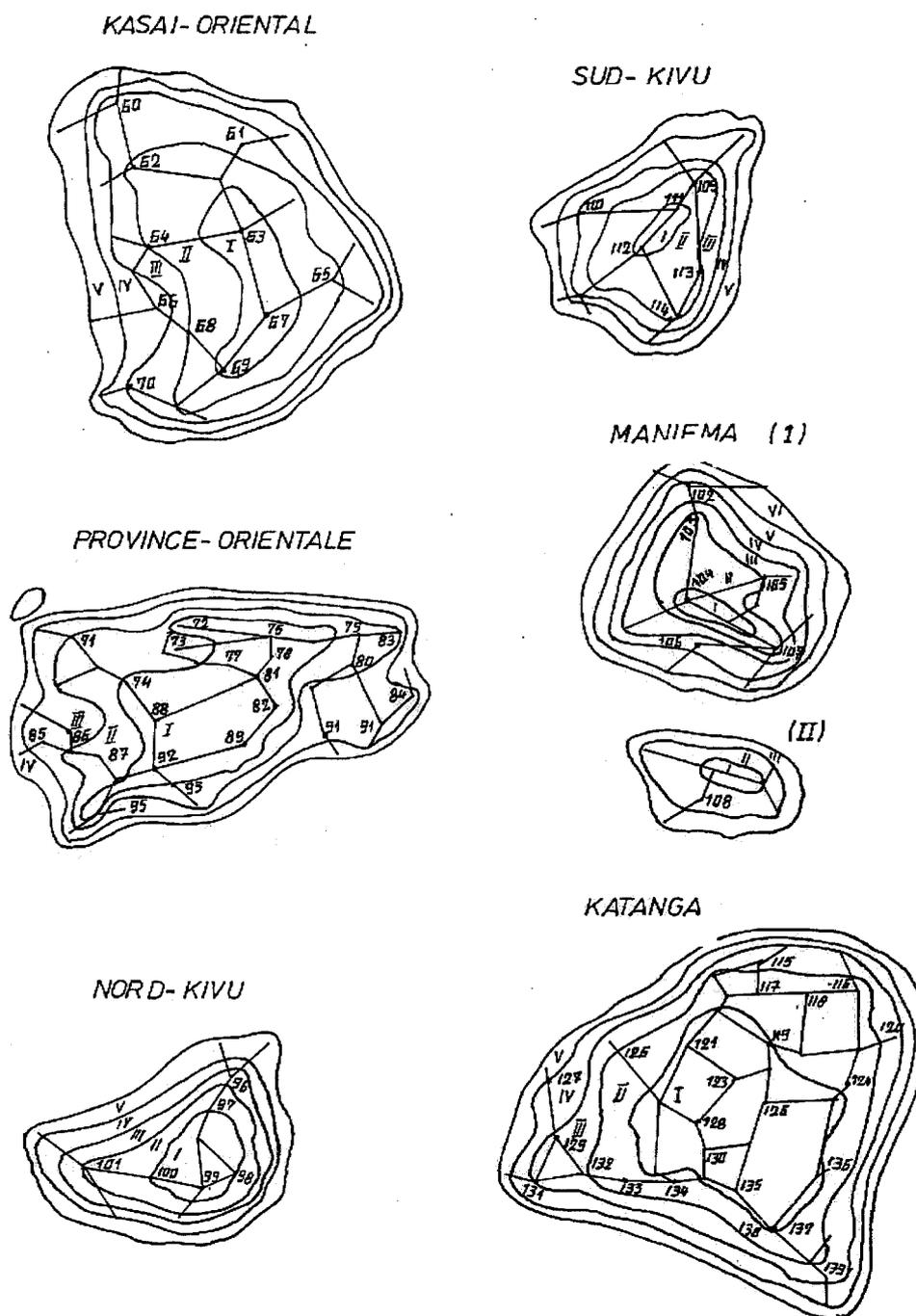


Figure 3A. Les isolignes d'accessibilité par province selon l'indice de Shimbel

l'inaccessibilité ; cela constitue un frein essentiel au développement parce que *l'inaccessibilité* favorise la faiblesse de la productivité.

Nous en évoquons quelques-uns à titre indicatif, les uns indirectement liés aux déficiences des transports, les autres plus directement :

- l'analphabétisme qui engendre l'ignorance ;
- la scolarisation incomplète ;
- les maladies de carence dues à la malnutrition ;
- les maladies dues au manque d'hygiène et aux mauvaises conditions de vie : bilharziose, filariose, paludisme ou malaria, verminose, choléra, fièvre jaune, maladie du sommeil ;
- le manque d'eau potable est, parmi les mauvaises conditions de vie, l'une de celles qui transmettent un grand nombre de maladies, car la majorité des gens boivent de l'eau souillée ;
- les installations médicales (hôpitaux et dispensaires) ne suffisent pas pour répondre aux besoins sanitaires



Les numéros correspondent aux lieux sur la liste en annexe 1

Figure 3B. Les isolignes d'accessibilité par province selon l'indice de Shimbel

des populations rurales. Elles sont souvent aussi mal pourvues en produits pharmaceutiques ;

- les ressources naturelles agricoles et/ou industrielles ne sont guère mises en valeur. Le Congo ne met en valeur que 2 % de son sol. Les rendements sont faibles, malgré une proportion de population rurale très élevée (près de 70 % d'habitants du Tiers Monde vivent à la campagne contre 15 à 20 % dans les pays industrialisés) ;
- les techniques agricoles mises en place sont archai-

ques ou inadaptées. L'irrigation est peu courante, les engrais chimiques, les engrais verts et le fumier sont rarement utilisés.

Ainsi le désenclavement apparaît comme la voie la mieux indiquée pour permettre la réalisation concrète de tous les plans de relance économique et, par conséquent, pour la reconstruction de la République Démocratique du Congo.

Tableau 3. Classification des unités territoriales congolaises selon les zones d'accessibilité (IS = indice de Shimbel)

PROVINCES	ZONES D'ACCESSIBILITE			
	Très bonne accessibilité	Bonne accessibilité	Accessibilité moins bonne	Accessibilité médiocre
1. KINSHASA (P2)	IS = 5	IS = 6	IS = 8 et 9	
	Jonction route Bandundu Kinshasa et celle qui relie Kikwit à Kinshasa	Ville de Kinshasa (P1)		
2. BAS-CONGO	IS = 15-20	IS = 20-25	IS = 25-30	IS = 30-35 et 35-40
	Matadi	Banza-Ngungu Lupzi, Seke-Banza Boma	Madimba Kimvula Kasangulu	Tshela Lukala la périphérie de la province
3. EQUATEUR	IS = 40-50	IS = 200-250	IS = 250-300	IS = 300-350 et 350-400
	Boende Djolu Bangondanga Lisala	Ingende Bumba Gemena Businga Basankusu	Bankoto Bokungu Budjala Kungu Libenge Bosobolo Gbadolite	Mbandaka Bikoro Zongo Yakoma et les autres points périphériques
4. BANDUNDU	IS = 40-45	IS = 50-60	IS = 60-70	IS = 70-80 et 80-100
	Kikwit Ngungu Bandundu	Idiofa Feshi Masi-Manimba	Bulungu Kahemba Kasongo-Lunda Popokabata Kenge Mushi	Bagata Balobo Oshwe Kiri, et les autres points périphériques
5. KASAI ORIENTAL	IS = 60-80	IS = 80-100	IS = 100-120	IS = 120-140 et 140-160
	Kabinda Lubefu Ngandajika	Tshilenge Lodja Lusambo Lubao	Mwene-Ditu Lomela Katako-Kombe	Mbuji-Mayi et tous les points périphériques
6. KASAI OCCIDENTAL	IS = 80-90	IS = 100-110	IS = 120-130	IS = 130 et plus
	Kananga	Luebo	Luiza, Dekese, Kazumba, Tshimbulu, Dimelenge, Tshikapa	Ilebo, Dibaya, Kole, Les autres points périphériques

CONCLUSION

Pour une bonne organisation de l'espace congolais, il serait indispensable de développer les réseaux de communication en fonction de trois grandes orientations, tout en tenant compte de la topographie, du relief et de l'hydrographie.

Ainsi on développerait plus le réseau routier à l'Est du pays, le réseau ferroviaire au Sud et le réseau fluvial au Nord et à l'Ouest du Congo.

La plupart de nos milieux ruraux et urbains sont enclavés, et donc isolés du reste du pays. Cet isolement a des répercussions sur la vie des populations. Le désenclavement de ces différents milieux va consister au désenclavement des réseaux de transport, et plus particulièrement du réseau routier étant donné que la route a le pouvoir de dispersion le plus grand.

On doit reconstituer le rythme d'extension du réseau routier à partir des zones relativement développées vers les régions retardées. En d'autres termes, les zones d'ac-

Tableau 3 (suite). Classification des unités territoriales congolaises selon les zones d'accessibilité (IS = indice de Shimbel)

PROVINCES	ZONES D'ACCESSIBILITE			
	Très bonne accessibilité	Bonne accessibilité	Accessibilité moins bonne	Accessibilité médiocre
7. PROVINCE ORIENTALE	IS= 150-200	IS= 200-250	IS 250-300	IS = 300-350
	Kisangani Banalia Bafwesende Wamba Buta Isiro Poko Ango Rungu Dungu Niangara	Wanie-rukula Watsa Faradje Isangi Bondo	Opala Bunia Mambasa Mahagi Basoko Yahuma	Aru et tous les points périphériques de la province
8. NORD-KIVU	IS = 25-30	IS = 30-35	IS = 35-40	IS = 40-45
	Goma Masisi Rutshuru Lubero	Walikale	Beni	la périphérie de la province
9. SUD-KIVU	IS = 20-25	IS = 25-30	IS = 30-35	IS = 35 et plus
	Mwenga Kabare	Bukavu Fizi Uvira	Shabunda	la périphérie de la province
10. MANIEMA	IS = 30-35	IS = 35-40	IS = 40-45 et 45-50	IS = 50-55 et 55-60
	Kindu	Kasongo Bunia Kambare	Kibombo Lubutu la périphérie	la périphérie de la province
11. KATANGA	IS = 150-200	IS = 200-250	IS = 250-300	IS 300-400
	Lubumbashi Likasi Lubudi Bukama Mitwaba Kamina Malemba-Nkulu Kabongo	Kipushi Kasenga Pweto Kalemie Nyunzu Kabalo Kaniama Mutshatsha Kolwezi	Sakania Moba Kongolo Sandoa Dilolo Kasaji	Kapanga et les autres sommets en liaison avec les autres voisins du Katanga

cessibilité médiocre doivent être reliées aux zones de bonne et de très bonne accessibilité.

Les différents indices de connectivité que nous avons calculé ont montré que la connectivité du réseau routier congolais est faible et mauvaise tant sur le plan général du pays qu'au niveau de chaque province. Quant à l'accessibilité à ces deux niveaux, les indices de Shimbel et les indices de dispersion calculés sont très élevés. Or *plus l'indice de Shimbel est élevé, et parallèlement l'indice de dispersion, plus l'accessibilité est faible.*

Le désenclavement du pays permettra un meilleur équilibre dans les relations entre les villes et les campagnes. Il va ainsi rompre l'isolement des milieux ruraux producteurs de la majeure partie des produits vivriers que consomment les villes. Dans le sens inverse, les produits manufacturés en provenance des villes pourront atteindre facilement les zones rurales inaccessibles et enclavées.

Sur le plan pratique, nous devons envisager l'extension du réseau routier prioritaire de manière à privilégier aussi

les axes d'échanges capables de désenclaver complètement les milieux ruraux. Il s'agit ici d'organiser un espace économique dans lequel se multiplient des liaisons économiques, commerciales et techniques adaptées les unes aux autres.

Actuellement nous poursuivons des recherches pour améliorer la connectivité et l'accessibilité du réseau routier congolais. Ces recherches ont pour objectif majeur la restructuration du réseau routier congolais dans le but de désenclaver le pays de l'intérieur. Nous y proposons des nouvelles liaisons routières capables d'augmenter l'indice gamma, c'est-à-dire le pourcentage des routes qui seront bien connectées par rapport à la capacité maximale du réseau. Cette démarche implique forcément l'amélioration de la connectivité et de l'accessibilité.

Du point de vue essentiellement méthodologique, seules les études des flux ne suffisent pas pour évaluer les capacités internes d'un réseau de transport. Il convient d'encourager l'utilisation du langage topologique et d'exploiter les possibilités énormes qu'offre la théorie des graphes, surtout dans le cas des vastes territoires, ces instruments d'analyse s'étant révélés efficaces à travers la présente étude.

L'ensemble des tentatives cohérentes à entreprendre par le pouvoir public pour rompre l'isolement matériel et moral des zones vouées surtout à la stagnation économique serait l'aménagement des voies de communication en République Démocratique du Congo. Il faut également organiser un système de transport, c'est-à-dire combiner les différents réseaux de transport qui assurent l'intégration nationale de l'économie.

NOTE

¹ La topologie est la science qui a pour objet l'étude des formes de terrain. Nous entendons par réseau, un ensemble des localisations géographiques reliées par des routes. Un graphe est un réseau simplifié composé d'une série des points reliés entre eux par des lignes qui peuvent former des aires.

BIBLIOGRAPHIE

- Revue Nzela, n° 12, avril 1980.
 Revue Nzela, n° 29, 1992. Département des Travaux publics et Aménagement du Territoire.
 BUKOME ITONGWA D., 1997. *Cours de géographie des transports*, Aménagement du Territoire, Département de Géographie, Faculté des Sciences, Lubumbashi.
 CHAULEUR P., 1979. *L'Afrique industrielle*, G.P. Maisonneuve et Larose, Paris.

- DERMOND CH., 1961. *Les transports au Katanga. Industrie katangaise (réalisation et perspective)*, Elisabethville, pp. 3-37.
 DUPUY G., 1985. *Systèmes, Réseaux et Territoires*, Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, Paris.
 Groupe CHADULE, 1974. *Initiation aux méthodes statistiques en géographie*, Masson et C^{ie}, Collection Géographie, Paris.
 HAGGETT P., 1973. *L'Analyse spatiale en Géographie humaine*, Armand Colin, Paris.
 KAMA FUNZI M., 1971. *La République du Zaïre*, Éd. Hatier, Paris.
 KAMA FUNZI M., 1989. *Les pays sous-développés*, Éd. Saint-Paul, Kinshasa.
 KATETEKO M.I., 1994. *Contribution des modèles d'interaction spatiale. Les flux des voyageurs entre Lubumbashi et autres gares du réseau ferroviaire de la SNCZ-Shaba* (1990), Mémoire, Faculté des Sciences, UNILU.
 LEROUX B., 1977. *Kinshasa, Schéma directeur d'Aménagement et d'Urbanisation*, BEAU, Kinshasa.
 MWANZA wa M., 1992. *Transports et implantation des équipements socio-collectifs. Symposium « Les transports et les communications en Afrique »*, Bruxelles, 27-29 novembre 1991, Académie Royale des Sciences d'Outre-mer, pp. 215-225.
 OWEN T., 1970. *Transport et développement. Tendances actuelles*, Les Éditions internationales, Paris.
 SOLOTSHI, M., 1998. *Cours de géographie économique du Congo et économie des transports*, 2^e Graduat Économie, UNILU.
 SYS C., 1961. *La cartographie des sols au Congo, ses principes et ses méthodes*, INEAC, Bruxelles.
 VAN CHI-BONNARDEL R., 2000. *Grand Atlas du Continent Africain*, Éd. Jeune-Afrique, Paris.
 VENNETIER P., 1990. *Que faire des villes d'Afrique tropicales ? Ou : les problèmes d'une urbanisation galopante*. *Bull. Soc. Géogr. de Liège*, 26, pp. 63-75.
 WOLKOWITSCH M., 1982. *Géographie des transports*, Éd. A. Colin, Paris.

Adresse des auteurs :

D. BUKOME ITONGWA
 Aménagement du Territoire
 Département de Géographie
 Faculté des Sciences
 Université de Lubumbashi
 République Démocratique du Congo

J.-P. KINGOMA MUNGANGA
 Aménagement du Territoire
 Département de Géographie
 Faculté des Sciences
 Université de Lubumbashi
 République Démocratique du Congo

**Annexe 1. Liste des lieux correspondant aux numéros
sur les figures 1 et 2**

1. Tshela	36. Bumba	76. Dungu	115. Kongolo
2. Boma	37. Bangondanga	77. Poko	116. Kalemie
3. Seke-Banza	38. Basankusu	78. Rungu	117. Kabalo
4. Luozi	39. Bolombo	79. Faradje	118. Nyunzu
5. Matadi	40. Mbandaka	80. Watsa	119. Manono
6. Banza- Ngungu	41. Ingende	81. Isiro	120. Moba
7. Kasangulu	42. Bikoro	82. Wamba	121. Kabongo
8. Kimvula	43. Befale	83. Aru	122. Kaniama
9. Kinshasa	44. Djolu	84. Mahagi	123. Malemba-Nkulu
10. Kiri	45. Boende	85. Yahuma	124. Pweto
11. Bolobo	46. Bankoto	86. Basoko	125. Kamina
12. Mushie	47. Bokungu	87. Isangi	126. Mitwaba
13. Oshwe	48. Ikela	88. Banalia	127. Kapanga
14. Bandundu	49. Dekese	89. Bafwesende	128. Bukama
15. Bagata	50. Kole	90. Mambasa	129. Sandoa
16. Bulungu	51. Ilebo	91. Bunia	130. Lubudi
17. Masi- Manimba	52. Dimbelenge	92. Kisangani	131. Dilolo
18. Kenge	53. Luebo	93. Wanie-Rukula	132. Masaji
19. Kikwit	54. Tshikapa	94. Ubundu	133. Mutshatsha
20. Idiofa	55. Kananga	95. Opala	134. Kolwezi
21. Gungu	56. Kazumba	96. Beni	135. Likasi
22. Popokabaka	57. Tshimbulu	97. Lubero	136. Kasenga
23. Feshi	58. Luiza	98. Rutshuru	137. Lubumbashi
24. Kasongo- Lunda	59. Dibaya	99. Goma	138. Kipushi
25. Kahemba	60. Lomela	100. Masisi	139. Sakania
26. Zongo	61. Ktako-Kombe	101. Walikale	
27. Bosobolo	62. Lodja	102. Lubutu	
28. Gbadolite	63. Lubefu	103. Punia	
29. Yakoma	64. Lusambo	104. Kindu	
30. Libenge	65. Lubao	105. Pangi	
31. Gemena	66. Mbuji-Mayi	106. Kibombo	
32. Businga	67. Kabinda	107. Kasongo	
33. Kungu	68. Tshilenge	108. Kabambare	
34. Budjala	69. Ngandajika	109. Bukavu	
35. Lisala	70. Mwene-ditu	110. Shabunda	
	71. Bondo	111. Kabare	
	72. Ango	112. Mwenga	
	73. Bambese	113. Uvira	
	74. Buta	114. Fizi	
	75. Niangara		