

# 14

---

## L'activité minière au Katanga et la perception de ses impacts à Lubumbashi, Kolwezi, Likasi et Kipushi

Yamba AMISI MWANA, Isabelle VRANKEN, Jules NKULU, François LUBALA TOTO RUANANZ,  
Daniel KYANIKA, Scott TSHIBANG NAWAJ, Flori MASTAKI UPITE,  
Jean-Pierre BULAMBO MWEMA, Jan BOGAERT\*

Le Katanga méridional est caractérisé par des activités minières depuis plus d'un siècle. Cette province est considérée, à cause de la concentration de ces activités, comme la métropole de la métallurgie du cuivre en République Démocratique du Congo et dans la région limitrophe. Cependant, cette activité cause également de nuisances variées comme la contamination et la pollution des sols, ou la dégradation de la végétation. De plus, l'activité minière a un impact négatif sur les paysages urbains par la présence de ses infrastructures métallurgiques et ses sites d'extraction. Une application de la théorie de perception de Kevin Lynch (1960) aux villes de Lubumbashi, Kolwezi, Likasi et Kipushi nous apprend que leurs images sont fortement marquées par l'exploitation et l'industrie minières. L'importance de ce secteur économique pour la perception de la ville a été déterminée, et la ville de Kolwezi semble plus impactée par ces composants associés aux activités minières que les autres villes considérées. Les cartes des composants de perception associables aux activités minières produites dans le cadre de cette étude pourront servir de base à l'élaboration d'une politique de développement territorial ciblant une amélioration du cadre de vie des citoyens katangais.

### **Mining activities in Katanga and the perception of its impact in Lubumbashi, Kolwezi, Likasi and Kipushi**

The southern Katanga is characterized by mining operations since more than a century. This province is considered, because of the concentration of these activities, as the capital of copper metallurgy in the Democratic Republic of the Congo and its surrounding region. However, these mining activities also cause various nuisances such as the contamination and pollution of soils or the degradation of vegetation. Moreover, the aforementioned mining industry has a negative impact on the urban landscapes through the presence of extraction sites and metallurgical facilities. An application of the perception theory of Kevin Lynch (1960) to the cities of Lubumbashi, Kolwezi, Likasi and Kipushi shows that their images are strongly

---

Bogaert J., Colinet G. & Mahy G., 2018. *Anthropisation des paysages katangais*. Gembloux, Belgique : Presses Universitaires de Liège – Agronomie-Gembloux.

marked by the mining industry. The importance of this economic sector for the perception of the studied cities has been analyzed, and the city of Kolwezi seems more characterized by landscape elements associated with mining activities than the other cities in this study. Maps of the perception components assignable to mining activities produced as part of this study will constitute the starting point of the development of a land policy aiming to improve the environment of Katangese city dwellers.

## 1. Introduction

L'anthropisation des paysages naturels commence avec l'apparition de l'Homme et se poursuit suite aux activités de ce dernier (Burel & Baudry, 1999). L'Arc cuprifère katangais recouvre, en tant qu'entité paysagère, environ 280 collines autour desquelles villes et cités se sont développées grâce à l'exploitation minière de ces collines (Brooks & Malaisse, 1990; Brooks et al., 1992; Leteinturier, 2002; Amisi, 2010). L'activité minière au Katanga, à côté des pratiques agricoles, a eu des impacts qui ont déterminé la transformation des paysages concernés. Ces modifications ponctuent le paysage par une diversité d'éléments comme des cavités, terrils, bassins de décantation, chevalements, réservoirs, hauts-fourneaux, cheminées, ou déblais miniers (Baker et al., 1983). À ceci s'ajoutent des rejets solides, liquides et gazeux. Les interactions de ces éléments se manifestent par des contaminations, pollutions ou dégradations, créant des paysages plutôt désolants et déprimants (Amisi, 2010). Les mines souterraines dont les impacts sont moins visibles peuvent avoir des conséquences négatives sur l'eau des nappes aquifères, tandis que les mines à ciel ouvert provoquent la dévastation des écosystèmes par la déforestation, la contamination, la dégradation et la destruction des habitats initialement présents.

Cette étude a pour objectif d'apporter, par des observations et des interviews, les éléments paysagers concrétisant l'impact (négatif) de l'activité minière sur l'Arc cuprifère katangais, à travers l'étude de quatre villes. Dans ce travail, des cartes cognitives de l'activité minière seront générées via un Système d'Information Géographique (SIG), cartes qui serviront à la planification actuelle et future des espaces dégradés.

L'hypothèse centrale de l'étude suppose que les activités minières ont eu des impacts négatifs sur les paysages urbains au Katanga et que ces impacts se présenteraient par des composants perceptibles (infrastructures minière et industrielle; traces de pollution et de dégradation des écosystèmes et paysages) par la population; il est attendu qu'il y ait des liens perceptibles entre les modes d'exploitation, de traitement, d'évacuation et de gestion de déchets d'une part, et les transformations du paysages d'autre part.

Au lieu d'une analyse classique de l'impact des activités minières, par exemple à travers une analyse de la dynamique de l'occupation du sol (Vranken et al., 2013), cette étude préconise une analyse sur base de la perception des transformations paysagères par les résidents. Quatre villes de l'Arc cuprifère katangais, caractérisées par une présence importante des industries métallurgiques et des exploitations minières, ont fait l'objet de nos études : Lubumbashi, Kolwezi, Likasi et Kipushi. L'objectif principal des analyses était d'estimer l'impact visuel des activités minières, soit par

l'exploitation minière soit par l'infrastructure métallurgique, sur les paysages urbains des villes étudiées. Afin d'atteindre cet objectif, les éléments qui forment l'image des villes devront être identifiés ainsi que ces composants qui pourraient être associés directement (par exemple : terrils, cheminées, bâtiments industriels) ou indirectement (par exemple : sols dénudés, pelouses métalliques) à l'économie minière.

La théorie de Kevin Lynch (1960) s'intégrant dans le domaine de l'écologie du paysage (Burel & Baudry, 1999; Govaerts, 2005) permet une évaluation objective de la perception. Deux types d'analyses sont généralement effectuées : i) un examen systématique de l'image de l'environnement comme elle est perçue par des observateurs ou experts entraînés et formés aux concepts de la lisibilité et de l'imagibilité des villes et, ii) une série d'entrevues avec des citoyens pour récolter l'image qu'ils se font de leur environnement. Cette théorie a seulement récemment connu des applications dans l'hémisphère sud (Amisi, 2007; Amisi et al., 2008; Amisi, 2010). La catégorisation des éléments perçus permet une analyse quantitative des observations et une objectivation des images perçues.

## 2. Matériel et méthodes

Afin de disposer d'un fond de carte pour la représentation des données cognitives obtenues lors des entretiens avec les experts et les citoyens, des images satellitaires en fausse couleur ont été utilisées. Pour Lubumbashi ( $11^{\circ}39'39''\text{S}$ ,  $27^{\circ}28'45''\text{E}$ ), une image satellitaire QuickBird de 2000 a été utilisée avec une précision de 2,4 m pour la bande multi-spectrale et de 0,60 m pour la bande panchromatique. Pour Kolwezi ( $10^{\circ}42'39''\text{S}$ ,  $25^{\circ}28'00''\text{E}$ ), une image Landsat de 2002 a été utilisée, avec une précision de 10 m pour la bande ortho-panchromatique. Pour Likasi ( $10^{\circ}58'58''\text{S}$ ,  $26^{\circ}44'18''\text{E}$ ) et pour Kipushi ( $11^{\circ}45'39''\text{S}$ ,  $27^{\circ}15'04''\text{E}$ ), une image Landsat de 2001 a été choisie, avec une précision de 10 m pour la bande ortho-panchromatique. L'image de Lubumbashi a été obtenue grâce au projet REMEDLU financé par la Commission Universitaire au Développement (CUD). Les images des villes de Kolwezi, Likasi et Kipushi ont été obtenues grâce à l'intervention de l'entreprise African Mining Consultants (AMC). Les images en question ont été superposées sur les cartes topographiques locales. Toutes les informations spatiales, y compris celles obtenues grâce aux interlocuteurs, ont été converties sous le système de projection UTM (Amisi, 2010) et le traitement des données a été réalisé avec ArcMap/ArcGIS 9.2.

Bien que les méthodes de perception soient diverses, elles appartiennent à plusieurs paradigmes (Zube et al., 1982). La cartographie est considérée comme un outil de base indispensable pour la représentation du paysage. La méthode d'analyse de Kevin Lynch (1960) valorise les concepts de lisibilité et d'imagibilité (Govaerts, 2005; Amisi, 2007; Amisi et al., 2008; Amisi, 2010). La lisibilité correspond à la possibilité d'identifier les éléments de la ville qui la caractérisent et qui la structurent en un schéma cohérent. L'imagibilité se réfère à l'image évoquée lors de la perception de la ville, par les formes et les composants urbains, chez les observateurs; la cohérence des éléments composant la ville est censée évoquer des images plus claires et fortes que des ensembles non structurés. Selon Lynch (1960), la perception de l'environnement

et/ou la lisibilité est un élément central pour tout être vivant capable de mouvement, parce que la perception détermine la façon avec laquelle il pourra exploiter son environnement pour subsister, en fonction de ses déplacements à travers le paysage. Les paysages miniers et industriels sont un sujet de préoccupation lorsqu'une approche perceptuelle est appliquée, car les résidus industriels peuvent se propager bien au-delà des infrastructures productrices elles-mêmes (Vranken et al., 2013). La méthode de perception des villes selon Lynch (1960) regroupe les éléments de l'image (collective) en cinq catégories : i) les limites (normalement des éléments linéaires, principalement formant les bordures d'éléments surfaciques), ii) les voies (éléments linéaires, surtout pertinents pour la mobilité dans toutes ses formes), iii) les nœuds (éléments ponctuels ou de surface très limitée, qui correspondent à la jonction de voies ou routes où des décisions à propos du chemin à suivre sont attendues), iv) les points de repère (éléments ponctuels qui, de par leur forme, dimensions, fonction ou originalité, facilitent l'orientation et repérage par l'utilisateur de la ville) et, v) les quartiers (éléments surfaciques caractérisés par une certaine homogénéité selon un critère particulier, principalement, mais pas exclusivement, morphologique). Les limites peuvent également se présenter sous forme d'éléments ponctuels et forment ainsi des «limites-points» (Amisi et al., 2008; Amisi, 2010; Vranken et al., 2013). Cette notion n'était pas encore incorporée dans l'œuvre initiale de Lynch (1960).

Les catégories de Lynch (1960) possèdent des correspondances avec les trois composantes du paysage considérées par Forman & Godron (1981), Forman & Godron (1986) et Forman (1995), à savoir les taches, les corridors et la matrice. Une valeur ajoutée de la théorie de Lynch (1960) est qu'elle couple la perception ou observation/interprétation à la représentation cartographique. L'application de la théorie de Lynch (1960) se concrétise par deux produits : une carte issue de la perception de la ville par un groupe d'experts (la carte de l'observateur) et une carte composée d'éléments cités par un ensemble de citoyens (l'image collective). Par conséquent, cette application est articulée selon deux volets. La confrontation des deux produits permettra l'identification des éléments les plus pertinents pour l'image des paysages urbains considérés.

Le premier volet de l'analyse de la perception concerne la reconnaissance du terrain par les observateurs ou experts. En parcourant la ville, la présence, la visibilité et les interrelations entre les éléments structurants ont été relevées par quatre experts formés. Leurs observations sont considérées comme une répétition des observations faites par une seule personne et donc forment conjointement la carte unique de l'observateur (Amisi, 2007; Amisi et al., 2008; Amisi, 2010). Sur un plan de base, les catégories d'éléments ont été relevées, ainsi que leur visibilité, la force ou la faiblesse de leur image, leur potentiel à structurer l'image de la ville et/ou leurs interrelations avec les autres éléments identifiés. Ces éléments visuels ont été classés en les six catégories citées ci-dessus.

Le deuxième volet de l'analyse portait sur la collecte de données, sur base d'entrevues, dans le but de récolter la perception de l'image que se font les résidents des villes du Katanga et de leur environnement. Il était demandé dans les questionnaires de décrire la ville selon leur perception, en considérant les trajets suivis (choisis de

manière à parcourir toute la ville), en dressant des listes des parties ou éléments les plus caractéristiques de la ville et les plus faciles à identifier. Les interlocuteurs ne pouvaient s'inspirer d'aucun document. Ensuite, les réponses ont été classées en tableaux et schémas cohérents. Les différents éléments cités ont été cartographiés pour générer les cartes des images collectives. La seconde approche consistait donc à interroger un certain nombre de citoyens. La taille de l'échantillon à utiliser a été vérifiée à l'aide d'une courbe qui démontre l'accumulation des informations données au cours des entrevues. Nous nous sommes basés sur l'hypothèse que le nombre d'éléments neufs apportés par une entrevue individuelle diminue en fonction du nombre d'entrevues la précédant; alors que la première entrevue apportera uniquement des éléments neufs, il est attendu que les entrevues suivantes apporteront, à côté d'éléments neufs, une partie des éléments déjà cités. L'importance des éléments neufs diminuera lorsque davantage de personnes seront interrogées. Une courbe de saturation-accumulation a été construite montrant le nombre cumulé d'éléments cités en fonction du nombre d'entrevues; ainsi il a été vérifié que tous les éléments pertinents avaient été cités. Le point où cette courbe forme un palier, c'est-à-dire se stabilise, indique la taille de l'échantillon minimum requis (Amisi, 2010). Pour éviter tout biais lié à la séquence des entrevues, 99 randomisations de cette séquence ont été réalisées en utilisant le logiciel EstimateS, qui a généré des courbes d'accumulation pour chaque élément avec une limite de confiance de 95 % (Vranken et al., 2013).

Après l'identification des éléments qui contribuent à l'image de la ville, il a été déterminé quels éléments contribuent soit à l'exploitation minière (carrières, déforestation, etc.) soit à l'industrie métallurgique (infrastructure industrielle, sols pollués et dénudés, terrils, etc.). Ainsi, l'importance de ces activités pour l'image perçue a pu être déterminée.

Afin de comparer les éléments cités dans les deux approches décrites ci-dessus, menant respectivement à la carte de l'observateur et l'image collective, l'indice de similarité de Sørensen a été calculé (Legendre & Legendre, 1979; Govaerts, 2005; Vranken et al., 2013) :

$$S_s = \frac{2a}{(2a + b + c)} \times 100$$

où  $a$  est le nombre d'éléments en commun entre les observateurs et les personnes interrogées, alors que  $b$  et  $c$  correspondent aux nombres d'éléments seulement présents sur une des deux cartes. Lorsque les deux cartes portent exactement les mêmes éléments, et sont donc identiques,  $b = c = 0$  et  $S_s = 100$ . Dans le cas de deux cartes complètement différentes, c'est-à-dire  $a = 0$ , on observera  $S_s = 0$ .

### 3. Résultats et discussion

La comparaison des éléments qui composent les cartes de l'observateur et les images collectives démontre, pour les quatre villes étudiées, la remarquable similitude entre les cartes produites. Pour l'ensemble des éléments,  $S_s > 74$  pour toutes les villes; lorsque l'on considère les éléments par catégorie,  $S_s > 57$  (Tableau 1). Cette correspondance

entre la perception par les experts d'un côté et les citoyens de l'autre confirme que les éléments cités contribuent à l'image des villes et donc à leur lisibilité et imagibilité. Il est également confirmé que la composition de l'image des villes, se basant sur la théorie de Lynch (1960), repose sur des éléments pertinents de leur composition et de leur perception, étant donné que l'analyse faite par des citoyens de la ville s'approche de celle des experts. Le nombre total d'éléments cités est censé être plus grand (pour les deux cartes) selon que la ville est caractérisée par une étendue plus grande et par une intensité de l'activité minière plus importante. C'est à Kolwezi que la ressemblance entre les deux cartes est la plus forte car les éléments du paysage sont concentrés dans les différents quartiers qui composent la ville, tandis qu'ailleurs les villes sont plutôt composées par des matrices urbaines presque uniformes où la distinction de certains éléments est plus difficile.

**Tableau 1.** Éléments de perception de Lynch (1960) cités pour la carte de l'observateur et pour l'image collective des villes de Lubumbashi, Kolwezi, Likasi et Kipushi, situées dans l'Arc cuprifère katangais (République Démocratique du Congo). Comparaison des deux cartes par l'indice de Sørensen ( $S_s$ ). Obs. : éléments cités par les 4 observateurs/experts; Coll. : éléments cités par les citoyens (image collective);  $a$  : éléments en commun entre les deux cartes.

Éléments	Lubumbashi				Kolwezi				Likasi				Kipushi			
	Obs.	Coll.	$a$	$S_s$	Obs.	Coll.	$a$	$S_s$	Obs.	Coll.	$a$	$S_s$	Obs.	Coll.	$a$	$S_s$
Limites	10	8	7	77,8	10	10	10	100,0	3	4	3	85,7	5	3	3	75,0
Limites-points	7	5	5	83,3	5	2	2	57,1	5	3	3	75,0	2	2	2	100,0
Voies	65	63	59	92,2	36	33	31	89,9	26	29	22	80,0	15	10	9	72,0
Nœuds	54	52	44	83,0	52	48	43	86,0	38	45	35	84,3	13	11	8	66,7
Points de repère	45	49	40	85,1	25	23	23	95,8	15	15	13	86,7	11	9	8	80,0
Quartiers	19	19	19	100,0	15	14	14	96,6	11	13	9	75,0	5	5	4	80,0
Total	200	196	174	87,9	143	130	123	90,1	98	109	85	82,1	51	40	34	74,7

À Lubumbashi, de toutes les interviews, il ressort que les éléments qui symbolisent la ville sont la cheminée et le terril des scories de l'UL/GCM (Usine de Lubumbashi/Général des Carrières et des Mines-Gécamines), symboles de la richesse géologique de la province et du pays, témoins de l'activité minière et bases de la naissance et du développement de la ville (Amisi, 2010). Dans cette ville, les éléments ponctuels (nœuds, points de repère) et les voies semblent dominer l'image.

À Kolwezi, les éléments qui symbolisent la ville sont les cités Gécamines, la raffinerie de Luilu, la mine de Kamoto et différentes carrières qui l'entourent. Les catégories des nœuds et voies sont les plus dominantes, suivies par celle des points de repère. Les déblais miniers (GCM-Musonoie, R160, R50, Kamoto Operating limited-KOL), les rejets de l'Usine de Zinc de Kolwezi (UZK) ou Katapula, la cheminée Luilu et la tour ascenseur de Kamoto sont les éléments les plus caractéristiques de son image.

À Likasi, les catégories des nœuds et des voies prédominent dans la perception des personnes interrogées et des observateurs, suivies par celle des points de repère. Ceux-ci sont des éléments visibles, remarquables et facilement reconnaissables comme la cheminée de Shituru, le terril de l'Atelier Central de Panda (ACP), le Mont d'antenne,

la colline du domaine marial. Le Mont d'antenne, pour sa visibilité à plusieurs endroits et son contraste, représente 85 % de citations. Ces éléments symbolisent la ville.

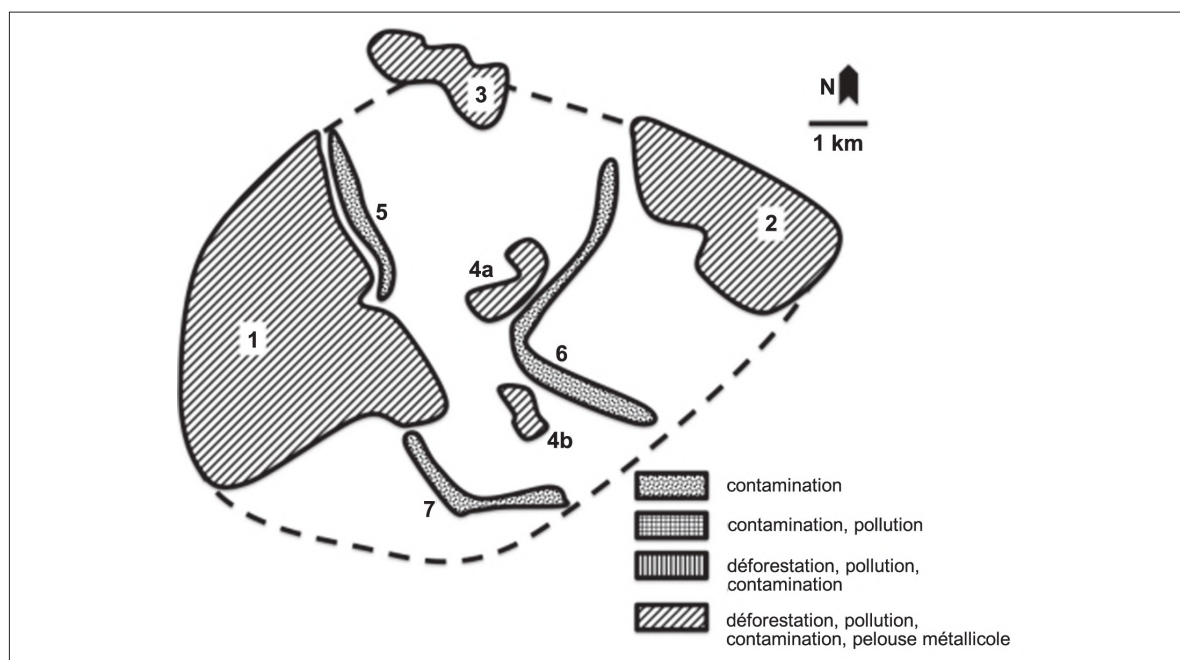
L'élément qui symbolise Kipushi est la Tour du Puits Cinq de la Gécamines, témoin de l'activité minière. Ce sont les catégories des nœuds, des voies et ensuite des points de repère qui prédominent dans la perception des personnes interrogées. À l'exception du pipeline (oléoduc) (92 % de citations) et de Katapula, qui sont directement liés à l'activité minière, les huit autres voies constituent le réseau principal de l'image de Kipushi.

Sur base de la courbe d'accumulation, la validité de l'échantillon et la représentativité des éléments cités ont été démontrées : tous les éléments pertinents pour l'image de ces villes ont été cités ; nous avons pu observer que le palier de la courbe a été atteint à Lubumbashi après 50 % des entrevues ; à Kolwezi et Likasi après 33 %, à Kipushi après 25 %. Ceci confirme donc qu'un échantillon plus grand n'aurait pas apporté d'informations supplémentaires.

Les paysages liés aux activités minières se présentent différemment selon qu'il s'agisse de l'exploitation minière ou de l'industrie métallurgique. Considérant les mines, on relève : les cavités (carrières), les déblais miniers, les chevalements, les voies d'accès, la déforestation, la destruction et la perte d'habitat. Quant à l'industrie métallurgique, on relève les cheminées qui dégagent d'importantes quantités de fumées, les terrils aux formes diverses, les bassins de décantation, les usines et leurs complexes, les citernes en hauteur, les pelouses métallicoles (témoins de sols qui ont été contaminés) et les sols dénudés.

Examinant les éléments repris dans l'image collective de Lubumbashi (Tableau 2), l'analyse de ceux qui sont liés à l'activité minière montre que les points de repère et les nœuds sont mieux représentés que les autres catégories. Leur clarté, unicité, stature, localisation et fréquentation ont imprimé une image forte dans la perception des interviewés. Au total, 47 éléments sur 196 cités par les interviewés (24 %) se rapportent à l'image des activités minières. Il est à remarquer que Lubumbashi, née des activités minières, a dépassé cette fonction pour devenir une ville administrative, économique et politique. Au regard de la carte de représentation de ces impacts visuels négatifs (Figure 1), les nœuds et les repères forment cinq trames ou zones ; les voies, ou limites, constituent trois structures qui pourraient être considérées comme des corridors. La plage (1), située à l'ouest de la carte, est formée suite aux activités minières de la GCM (fumées) et STL (activités additionnelles = fumées) et des activités agricoles (ceinture verte). Le sol y est contaminé et les espèces végétales sont parsemées, caractéristiques de sols des anomalies cuprifères (Amisi, 2010 ; Vranken et al., 2013). La plage (2), située à l'est de la carte, correspond à la zone d'activités minières de deux entreprises (Chemical of Africa «Chemaf» et «Ruashi Mining») et des zones de pelouses métallicoles, de déforestation, de contamination des sols, des rivières et des cultures vivrières. La plage (3), localisée au nord de la carte, est une aire de nouvelles industries métallurgiques (concessions vendues par la municipalité). Les plages 4 et 5, au centre de la carte, correspondent (4a) aux usines pyro- et hydrométallurgiques de Chemaf et KMP-Fondaf (Katanga Mining Processing) qui déversent leurs effluents dans le cours

d'eau de la Naviundu et (4b) à l'usine EXACO (activités hydrométallurgiques) qui dégage des odeurs piquantes au milieu d'un quartier populaire et déverse ses effluents acides dans la Kampemba. Les plages 5, 6 et 7, effilées en corridors, sont constituées des rivières Lubumbashi, Kampemba et Kafubu, victimes de déversements non contrôlés. Le long de ces corridors se trouvent différentes cultures maraîchères.

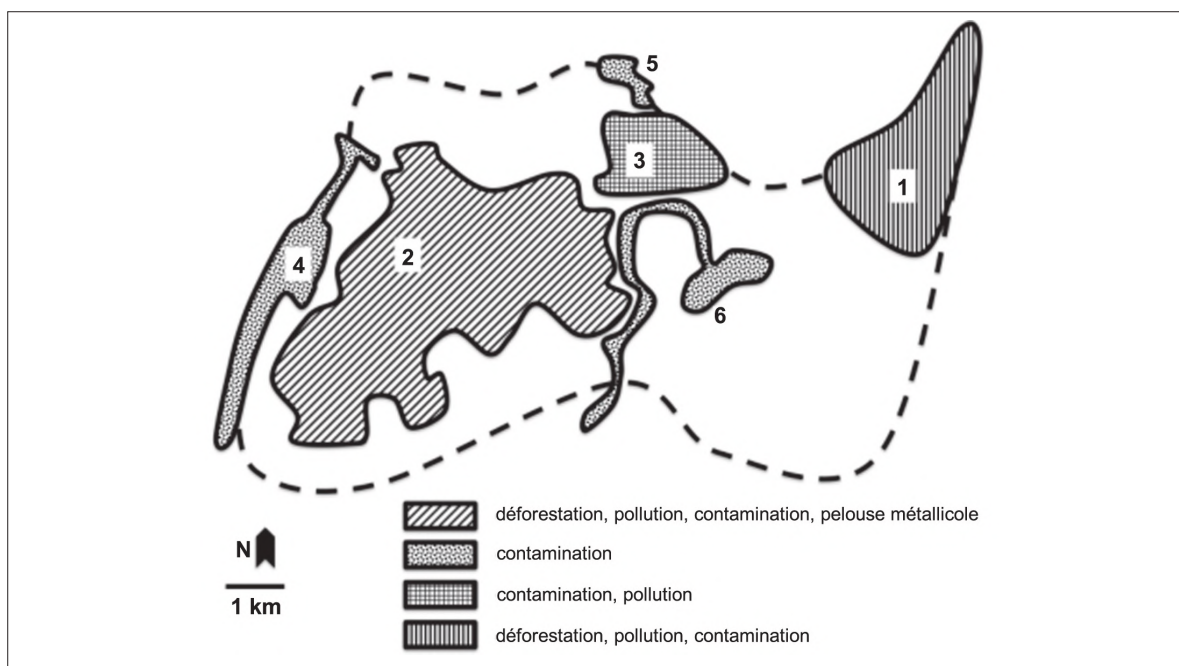


**Figure 1.** Carte des impacts visuels négatifs de Lubumbashi (République Démocratique du Congo) sur base de la théorie de Lynch (1960). (1) Le couloir nord-ouest du vent dominant et de dispersion des fumées Gécamines/STL, la ceinture verte, et des espèces métallicoles parsemées. (2) La zone est de la ville, zones de mines de la Ruashi et de l'Étoile, des usines métallurgiques de Ruashi Mining. (3) La zone nord de la ville, aire de nouvelles industries métallurgiques et stockages de déchets. (4a) Zone occupée par des usines métallurgiques de Chemaf et source de pollution de la Naviundu et la Kampemba. (4b) Zone occupée par les installations hydrométallurgiques d'EXACO. Les plages 5, 6 et 7, effilées en corridors, sont constituées des rivières Lubumbashi, Kampemba et Kafubu.

À Kolwezi, ce sont les nœuds et les voies qui sont mieux représentés que tous les autres éléments cités. L'image de la ville est fortement caractérisée par l'industrie métallurgique car 83 éléments sur 130, soit ~64 % d'éléments, sont liés aux activités minières. Les anciens bassins de décantation devenus sites d'exploitation, les usines de traitement nouvellement installées dans les anciennes infrastructures de la Gécamines et les différentes entreprises d'exploitation sont parmi les éléments qui sont illustratifs de cet impact de l'industrie sur le faciès de la ville. Les usines pyro- ou hydrométallurgiques en activité à Kolwezi représentent plusieurs zones (nœuds et repères) et structures linéaires (voies et limites) spatialement distinguables qui préfigurent la carte des impacts visuels négatifs de Kolwezi (Figure 2). Au nord-est de la ville, une zone est formée par la mine de Mutoshi et le bassin exploité par Anvil Mining (1). La grande structure (2) représente la plus grande concentration d'activités, connue comme le



«lambeau de Kolwezi» qui est sa plus grande zone d'exploitation minière. Vers le nord, ce sont l'UZK et ses amoncellements de déchets (Katapula), présents sous forme de deux zones (3 et 5). Au centre, c'est le quartier industriel avec ses dépôts de minerais et quelques fours qui laissent dégager des fumées. Vers l'ouest de la ville, c'est la limite faite par la rivière Luilu et ses cultures maraîchères. Et enfin, les rivières Musonoi et Dilala forment un corridor au centre.

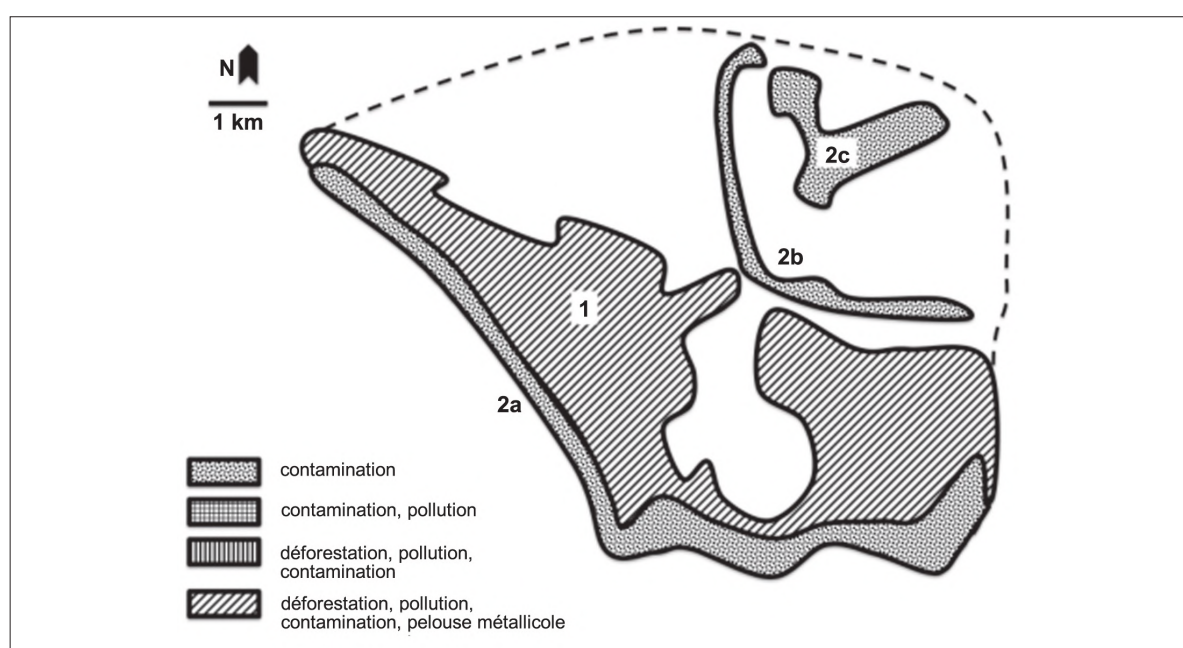


**Figure 2.** Carte des impacts visuels négatifs de Kolwezi (République Démocratique du Congo) sur base de la théorie de Lynch (1960). Zone nord-est de la ville (1), avec la mine de Mutoshi, l'ancien bassin de retenu, exploité par Anvil Mining. Zone centrale (2) avec le «lambeau de Kolwezi», le quartier industriel de dépôts de minerais (la pollution fut encore présente en 2010; aujourd'hui ces dépôts de minerais sont délocalisés à 15 km vers l'est de la ville); les rivières Musonoi et Dilala (6) forment des corridors. Au nord (3, 5), installations de l'UZK et ses amoncellements de déchets. À l'ouest (4), limite formée par la rivière Luilu et les cultures maraîchères.

L'analyse des composants, qui sont liés à l'activité minière et repris dans l'image perçue de Likasi, révèle que la ville est significativement caractérisée (~46%) par l'industrie métallurgique. Les usines pyro- ou hydrométallurgiques en activité à Likasi dessinent principalement trois secteurs (Figure 3) : ils sont liés soit à la pollution, à la contamination, à la déforestation et aux pelouses métallicoles, soit à la contamination et aux cultures vivrières. Les cours d'eau, les cultures maraîchères et le réseau ferroviaire forment les corridors du centre de la ville. On note la présence de quartiers dominés par les installations de Shituru, de Panda, de Feza mining, de Kakontwe, des exploitations de terrils et carrières, des dépôts de minerais concentrés au quartier industriel, et les cours d'eaux qui transportent des quantités considérables de sédiments miniers. Les cavités (carrières) ne s'intègrent pas directement dans le paysage urbain de Likasi.

Examinant les éléments liés à l'activité minière dans la ville de Kipushi (Figure 4), il est à remarquer que les points de repère, les quartiers et les nœuds dominant. En

tout, 13 éléments sur 40, soit ~33 % d'éléments, sont associables à la problématique de l'impact de l'activité minière sur le paysage (Tableau 2). Kipushi présente une image claire par son identité, sa lisibilité, sa structure et son imagibilité, car son image est forte et structurante à cause de sa dimension qui est plutôt limitée. Cette ville minière n'a pas connu l'implantation d'autres usines métallurgiques. Au regard de l'image de la perception de Kipushi, il s'observe une grande zone caractérisée par des déforestations, pollutions, contaminations et pelouses métallicoles, incorporant d'autres trames de contamination, y compris des sols nus. La ville est traversée par un long corridor de contamination (rivière Katapula). C'est autour des activités de la Gécamines que sont observés tous les phénomènes liés à la contamination et à la pollution des sols et des cours d'eau dans cette ville.



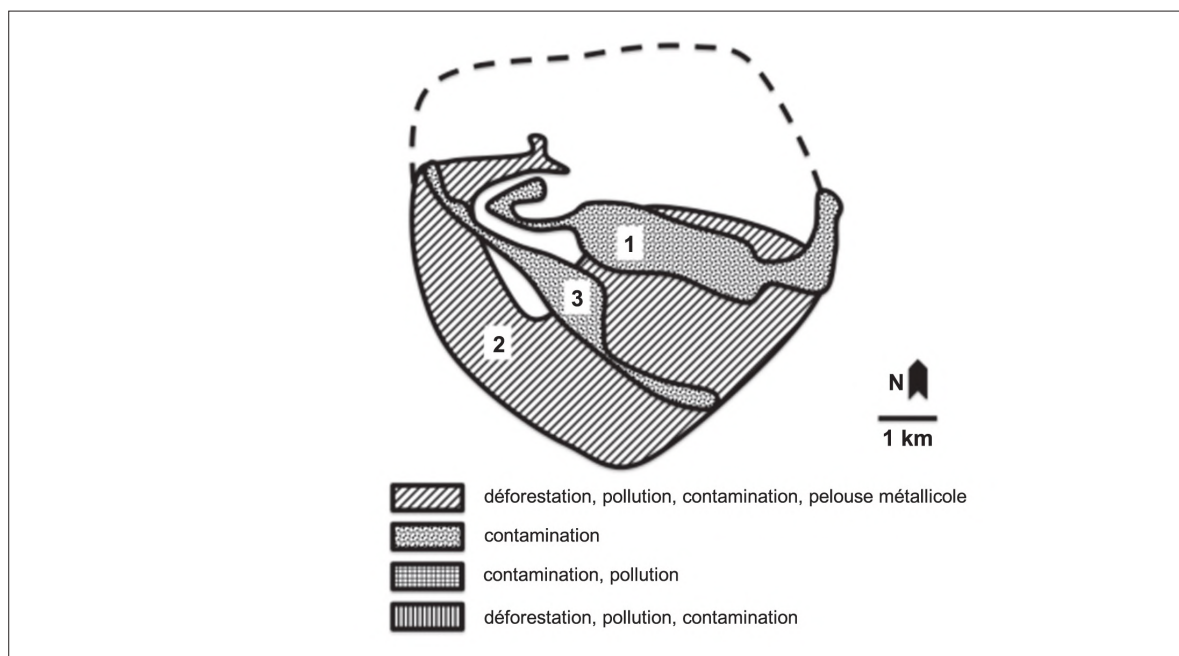
**Figure 3.** Carte des impacts visuels négatifs de Likasi (République Démocratique du Congo) sur base de la théorie de Lynch (1960). La plage **1** comprend tout l'ouest et tout le sud de la carte, elle représente les activités métallurgiques des usines GCM (Panda, Shituru et Kakontwe) et de Feza Mining, et les exploitations de déblais miniers par les artisanaux. C'est aussi une partie de la ville qui a connu un recul de la végétation suite à la déforestation. Les plages **2a** et **2b** représentent des canaux et voies de transport de sédiments miniers par les rivières Panda (**2b**), Likasi (**2a**) et Kimpulande (**2a**). La plage **2c** représente le quartier industriel qui regorge de dépôts de minerais et petites usines métallurgiques.

Il convient de noter que la fraction des composants associables à l'activité minière est plus élevée à Kolwezi que dans les autres villes. Ceci s'explique par le fait que Kolwezi est une ville avec un caractère et une histoire plus « minière » que les autres. Elle est reconnue comme le poumon de la province métropole de la métallurgie en République Démocratique du Congo. Géologiquement, Kolwezi est composé du « lambeau de Kolwezi », le gisement le plus grand et le plus riche de la province. Lubumbashi est caractérisée par une fraction faible par rapport à Kolwezi (voir F1, Tableau 2) car cette ville a dépassé la dépendance industrielle pour devenir également une ville administrative et un centre politique. Une diversification des activités est

également notée à Likasi, dont l'économie dépend aussi d'autres activités, comme l'agriculture, et où les services administratifs et les structures politiques sont également importants. Kipushi est à considérer comme une trame urbano-rurale avec comme seule activité minière celle de la Gécamines couplée à celles qui sont plutôt frontalières.

**Tableau 2.** Influence des activités minières (exploitation minière, industrie métallurgique) sur l'image collective (*sensu* Lynch, 1960) des villes de Lubumbashi, Kolwezi, Likasi et Kipushi, situées dans l'Arc cuprifère katangais (République Démocratique du Congo). Coll. : éléments cités par les citoyens (image collective); Min. : éléments associés aux activités minières; F1 : fraction des éléments associés à l'activité minière par rapport à tous les éléments cités; F2 : fraction des éléments associés à l'activité minière par rapport à tous les éléments associés à l'activité minière.

Éléments	Lubumbashi				Kolwezi				Likasi				Kipushi			
	Coll.	Min.	F1 (%)	F2 (%)	Coll.	Min.	F1 (%)	F2 (%)	Coll.	Min.	F1 (%)	F2 (%)	Coll.	Min.	F1 (%)	F2 (%)
Limites	8	3	1,5	6,4	10	4	3,1	4,8	4	4	3,7	8,0	3	1	2,5	7,7
Limites-points	5	3	1,5	6,4	2	5	3,8	6,0	3	8	7,3	16,0	2	1	2,5	7,7
Voies	63	8	4,1	17,0	33	21	16,2	25,3	29	8	7,3	16,0	10	2	5,0	15,4
Nœuds	52	14	7,1	29,8	48	27	20,8	32,5	45	11	10,1	22,0	11	3	7,5	23,1
Points de repère	49	15	7,7	31,9	23	16	12,3	19,3	15	14	12,8	28,0	9	4	10,0	30,8
Quartiers	19	4	2,0	8,5	14	10	7,7	12,0	13	5	4,6	10,0	5	2	5,0	15,4
Total	196	47	24,0	100,0	130	83	63,8	100,0	109	50	45,9	100,0	40	13	32,5	100,0



**Figure 4.** Carte des impacts visuels négatifs de Kipushi (République Démocratique du Congo) sur base de la théorie de Lynch (1960). (1) Zone caractérisée par des contaminations et des sols nus. (2) Zone caractérisée par de la déforestation, de la pollution, de la contamination et par la présence de pelouses métallicoles. (3) Voie de transport des sédiments par cours d'eau (Katapula) ou par pipeline.

Cette étude montre que les méthodes d'analyse urbaine de Lynch (1960) sont applicables aux pays en développement avec une légère adaptation par l'introduction des limites-points (Amisi et al., 2008; Amisi, 2010; Vranken et al., 2013). Un élément de discussion récurrent à propos de la théorie de Lynch (1960) est le nombre de personnes à considérer pour établir la représentation cognitive (Lynch, 1960). Pour éviter l'inconvénient d'un échantillon trop limité et par conséquent l'absence d'éléments pertinents, Lynch (1960) a suggéré un énorme recensement, dont la faisabilité pourrait être contestée. Par conséquent, la méthode de la courbe saturation-accumulation appliquée dans cette étude permet de composer des images collectives recevables des villes en se basant sur un échantillon de taille limitée mais justifiée (Amisi, 2007; Amisi et al., 2008; Amisi, 2010; Vranken et al., 2013). Les différences observées entre les cartes composées par des observateurs formés, d'une part, et les cartes collectives, d'autre part, pourraient être dues aux différences du niveau d'instruction entre les populations locales et les chercheurs expérimentés (Amisi, 2007; Amisi et al., 2008; Amisi, 2010).

#### 4. Conclusions

L'activité minière a eu des impacts sur les paysages urbains du Katanga. Ceux qui sont négatifs (abordés dans cette thématique) sont perçus au travers des infrastructures minières et métallurgiques et des composants paysagers qui sont marqués par une contamination, pollution ou dégradation par cette industrie. Lorsque l'impact est évalué par le moyen de la théorie de Lynch (1960), les zones les plus problématiques peuvent être cartographiées; ces cartes pourraient servir de base pour le développement d'une politique urbanistique et environnementale qui cible une amélioration du cadre de vie des citoyens katangais. L'application de la méthode de Lynch (1960) fournit des résultats valorisables pour les zones urbaines industrielles du Katanga et renseigne que les activités minières influencent largement les images des villes du Katanga. L'exploitation des gisements cupro-cobaltifères, l'installation des usines métallurgiques et les pratiques agricoles aux environs et le long de cours d'eau au Katanga ont contribué à l'émergence des sites dégradés et contaminés. L'absence de la végétation (les terrains dénudés), la végétation métallicole, le rabougrissement des végétaux, les bassins de décantation, les cheminées, les citernes des usines et les amoncellements de déchets aux environs d'une activité minière mènent à une perception d'impact visuel négatif pour les résidents qui dénoncent les contaminations par les métaux lourds. Une mise en évidence de différences de perception que possèdent différents groupes sociaux pourrait encore enrichir l'étude en question.

## Bibliographie

- Amisi M.Y., 2007. *Perception et cartographie de Lubumbashi selon la méthode de Kevin Lynch*. Mémoire de D.E.A. : Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, Lubumbashi (RDC).
- Amisi M.Y., 2010. *Perception de l'impact des activités minières au Katanga : analyse par l'application de la théorie paysagère de Kevin Lynch*. Thèse de doctorat : Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, Lubumbashi (RDC).
- Amisi M.Y. et al., 2008. Applicabilité de la théorie de perception de Lynch à un paysage minier de ville du tiers monde. *Annales de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Lubumbashi*, **1**(2), 71-77.
- Baker A.J.M., Brooks R.R., Pease A.J. & Malaisse F., 1983. Studies on copper and cobalt tolerance in three related taxa within the genus *Silene* L. (Caryophyllaceae) from Zaire. *Plant Soil*, **73**(3), 377-385.
- Brooks R.R. & Malaisse F., 1990. Metal-enriched sites in South Central Africa. In: Shaw J.A. (Ed.). *Heavy metal tolerance in plants: evolutionary aspects*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press.
- Brooks R.R., Baker A.J.M. & Malaisse F., 1992. Copper flowers. *Natl. Geogr. Res. Explor.*, **8**(3), 338-351.
- Burel F. & Baudry J., 1999. *Écologie du paysage : concepts, méthodes et applications*. Paris : Tec & Doc.
- Forman R.T.T., 1995. *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge, MA, USA: Cambridge University Press.
- Forman R.T.T. & Godron M., 1981. Patches and structural components for landscape ecology. *Bioscience*, **31**(10), 733-740.
- Forman R.T.T. & Godron M., 1986. *Landscape ecology*. New York, NY, USA: John Wiley & Sons.
- Govaerts A., 2005. *Perception et représentation cognitive des espaces urbains et ruraux selon la méthode de Kevin Lynch*. Travail de fin d'études : École interfacultaire de Bioingénieurs, Université Libre de Bruxelles (Belgique).
- Legendre L. & Legendre P., 1979. *Écologie numérique : la structure des données écologiques*. Paris : Masson et Les Presses de l'Université du Québec.
- Leteinturier B., 2002. *Évaluation du potentiel phytocénétique des gisements cuprifères d'Afrique Centro-Australe en vue de la phytoremédiation des sites pollués par l'activité minière*. Thèse de doctorat : Faculté Universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, Gembloux (Belgique).
- Lynch K., 1960. *The image of the city*. Cambridge, MA, USA: MIT Press.
- Vranken I. et al., 2013. The spatial footprint of the non-ferrous mining industry in Lubumbashi. *Tropicultura*, **31**(1), 20-27.
- Zube E.H., Sell J.I. & Taylor J.G., 1982. Landscape perception: research, application and theory. *Landsc. Plan.*, **9**(1), 1-33.