

Les couloirs de végétation qui parcourent la ville de Lubumbashi, peuvent-ils être considérés comme des Infrastructures Vertes ?

Quelles compositions générales, quels paysages génèrent-ils et quelles
interactions avec la ville ?

Harold STRAMMER

TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE
MASTER D'ARCHITECTE PAYSAGISTE

ANNÉE ACADÉMIQUE 2018-2019

PROMOTEUR : Grégory MAHY

« Toute reproduction du présent document, par quelque procédé que ce soit, ne peut être autorisée qu'avec l'autorisation de l'auteur et du Président du Comité de Gestion de la formation en Architecte paysagiste. »

Les couloirs de végétation qui parcourent
la ville de Lubumbashi, peuvent-ils être
considérés comme des Infrastructures Vertes ?

Quelles compositions générales, quels paysages génèrent-ils et quelles
interactions avec la ville ?

REMERCIEMENTS

Je voudrais tout d'abord remercier toutes les personnes qui ont contribué et soutenu la réalisation de ce travail.

Je tiens à remercier spécialement Monsieur Grégory MAHY, pour m'avoir donné l'opportunité de réaliser ce travail. Le remercier pour sa disponibilité, ses corrections, son soutien et de m'avoir guidé au travers de nos échanges dans la réalisation de mes recherches, ainsi que de mes réflexions.

Je voudrais remercier Sylvain Boisson pour ses conseils, de m'avoir guidé dans mes réflexions et de m'avoir accompagné dans la découverte de Lubumbashi.

Je voudrais remercier L'UNILU pour son accueil et tout particulièrement merci au doyen de la faculté d'agronomie, Monsieur Mylor Shutcha, le professeur François Muyemb, mais aussi Kyungu Shimbi et Cesar Nkuku Khonde. Ainsi que le professeur Yannick Useni pour ses travaux et ses conseils.

Un grand merci à Serge Langunu pour sa disponibilité, son aide et ses conseils dans la réalisation mon travail.

Aux étudiants Djo, Abraham, Ruphin, Pierrot pour m'avoir accompagné lors de mes nombreuses sorties de terrain, leurs conseils et les bons moments.

Merci à Catherine Monfort pour son aide face aux nombreuses démarches administratives dans la réalisation de ce voyage.

Un grand merci à ma famille pour son soutien dans mes études et sans qui je n'aurais pas pu arriver là où j'en suis.

Un tout grand merci à ma compagne Sophie Verspieren pour son énorme soutien, son aide et ses relectures.

Merci à Emilie Gonzalez-Rodrigues pour les relectures.

Un grand merci à Patient pour tous les bons moments à Lubumbashi.

Delphin pour m'avoir transporté à travers toute la ville de Lubumbashi.

Merci à Papa Kapasi, papa Mpooyo et papa Mahongo d'avoir veillé à ma sécurité.

Enfin, je voudrais tout particulièrement remercier Maman Kona pour ces 2 mois passés à la guesthouse, pour les moments partagés ensemble et toute mes pensées vont à sa famille.

RÉSUMÉ

Durant la décennie à venir, la population mondiale va se concentrer en milieu urbain et d'ici 2050, 90% de la population croissante additionnelle se situera essentiellement en zones urbaine sur les continents Asiatique et Africain. Cette évolution va entraîner une forte croissance des villes et de nombreuses mutations urbaines. Face à la hausse de ces pressions anthropiques, un questionnement est nécessaire : comment orienter cette croissance vers un développement durable des villes ?

Une des réponses envisageables est le concept d'Infrastructures Vertes (IV). Il induit, au travers de grands principes, une approche paysagère afin d'améliorer la cohabitation entre la nature et l'Homme. Ce concept appliqué aux villes, génère différents services, pour un meilleur développement de celles-ci.

Cette notion d'IV a fortement été étudié dans les pays du Nord mais très peu dans ceux du Sud. Or, on constate que les plus fortes pressions urbaines à venir, se manifesteront dans ces derniers. C'est pourquoi cette recherche s'intéresse à la ville de Lubumbashi, située en milieu Sub-saharien, en République Démocratique du Congo.

Ce travail, articulé autour d'une approche paysagère, permet d'identifier si les couloirs de végétation observés, au sein de la ville de Lubumbashi, peuvent avoir la fonction d'Infrastructures Vertes. Pour se faire, trois grandes parties ont été développées à l'aide d'objectifs établis pour cette recherche.

La première partie identifie cartographiquement la structure générale de ces couloirs. Cela permet d'observer la présence d'un réseau interconnecté d'espaces qui génèrent une continuité surfacique.

La deuxième partie se base sur ce réseau afin de déterminer au travers de sorties de terrains et d'analyses photographiques, la composition de ces couloirs, pour définir les milieux qui les composent. Cette approche a permis de définir leurs rôles au sein de la ville et de constater la présence d'une continuité écosystémique s'organisant autour du réseau hydrique urbain.

L'identification de plusieurs milieux a induit la troisième partie et à s'intéresser de manière plus détaillée aux paysages qui les composent. Ceci a permis de comprendre leurs singularités ainsi que leurs caractéristiques.

La découverte d'espaces repliés sur eux-mêmes a mené vers l'étude de leurs limites, afin d'observer les interactions qu'elles possèdent avec la ville. Leurs mises en valeur a fait ressortir qu'elles sont très peu perceptibles depuis le milieu urbain.

Cette recherche a permis d'attester le statut d'Infrastructures Vertes pour ce réseau de couloirs végétalisés, mais seulement de manière non officielle. En effet, l'incapacité de définir objectivement la présence de certains principes, empêche d'affirmer totalement l'hypothèse de base. Cependant, il en ressort qu'elles possèdent un immense potentiel. Leur prise en considération doit être faite au plus vite pour conserver l'ensemble des opportunités qu'elles offrent.

ABSTRACT

Over the coming decades the world's population will be concentrated in urban areas. By 2050, 90% of the additional population on the Asian and African continents will be mainly located in urban areas. This evolution will certainly lead to strong urban growth and transformation. The increasing of anthropogenic pressures are raising questions about the necessity to direct cities development through a sustainable development?

One of the possible answers is the concept of Green Infrastructure. Through major principles, it induces a landscape approach for improving the coexistence between Nature and Human. This concept, applied to cities, generates different services, improving their own development.

This notion of Green Infrastructure has been strongly studied in Northern countries but barely in the South. However, we can see that the greatest urban pressures will occur in the Southern countries. This is why this research focuses on the city of Lubumbashi, located in sub-Saharan Africa in the Democratic Republic of Congo.

This work, based on a landscape approach, is searching if the vegetation corridors observed in the city of Lubumbashi can have the function of Green Infrastructures. Three main parts were developed using objectives established for this research.

The first part identifies on maps, the general structure of these corridors. This analysis reveals the presence of an interconnected space network that generate surface continuity.

The second part is based on this network with the aim to identify the environmental composition of the corridors thanks to field trips and photographic analysis methods. This approach tries to define their roles in the city and to observe the presence of an ecosystem continuity organized around the urban water network.

The third part is going more in details to describe the landscape composition of the several environments identified previously. The goal is to have a better understanding of landscapes singularities and characteristics. The discovery of withdrawn spaces led to the study of their boundaries and to observe the interactions that they have with the city. These interactions have shown that they are not very noticeable from the urban environment.

This research tries to certify the status of Green Infrastructure for this network of vegetated corridors, but only in an unofficial way. Indeed, the inability to objectively define the presence of certain principles prevents the basic hypothesis from being fully affirmed. However, it appears that they have immense potential. They must be taken into account as soon as possible to preserve all the opportunities they offer.

TABLE DES FIGURES

2 - ETAT DE L'ART :

Figure 2.1 :	Distribution géographique des 217 études sur les services écosystémiques urbains au niveau mondial (Haase D.,2014). La majorité des études se concentre dans les pays du Nord.	6
Figure 2.2 :	Nombre d'articles publiés entre 1973 et 2012 sur les études des services écosystémiques urbains dans le monde (Haase D.,2014). Intérêt croissant, à partir des années 2000, à ce sujet.	6
Figure 2.3 :	Estimation de la population par continent de 1950 à 2015 et la projection de son évolution de 2015 à 2100 (UN Population Division, 2017). La plus forte croissance de population aura lieu pour le continent africain.	7
Figure 2.4 :	Évolution de la population mondiale, des régions développées et moins développées, en milieu urbain et rural entre 1950 et 2050. (UN World urbanisation prospects, 2012). La population, des régions les moins développées en milieu urbain, va connaître la plus forte croissance d'ici 2050.	8
Figure 2.5 :	Taille en population des agglomérations urbaines en 2018 et leurs taux de croissance entre 2018 et 2030 (https://population.un.org/wup/Maps/). Les villes africaines vont connaître la plus forte croissance de population d'ici 2030.	8
Figure 2.6 :	Evolution de la population urbaine et rurale pour la RDC de 1950 à 2050 et le classement des villes selon la taille de leur population urbaine en 1990, 2018 et 2030. (https://population.un.org/wup/Country-Profiles/). La population urbaine de RDC va connaître une forte croissance d'ici 2050.	9
Figure 2.7 :	« Cadre montrant le socio-écosystème urbain (en bas à droite) en tant que moteur des changements environnementaux (flèche vers le haut) et réponse à ces changements (flèches horizontales et celles vers le bas). Le changement d'occupation du sol associé à la construction des villes et le support de leurs populations, entraîne des perturbations du cycle biogéochimique, du climat, de l'hydrosystème et de la biodiversité du niveau local au niveau global. Les changements environnementaux locaux sont supérieurs à ceux qui se répercutent sur les changements environnementaux mondiaux (Flèche horizontale noire). Toutes les interactions et moteurs possibles ne sont pas présentés » (Grimm et al., 2008). (Global Change and the Ecology of CitiesGrimm et al., 2008).	10
Figure 2.8 :	Plan de Frederick Law Olmsted d'un réseau interconnecté de parc pour la ville de Boston, intitulé "The Emerald Necklace" . (https://bostonurbanplanning.weebly.com/emerald-necklace.html)	10
Figure 2.9 :	Présentation de l'enchaînement et de la hiérarchisation des grands principes qui composent les IV. Réalisation personnelle (inspirée par : Farina, 1998 ; Mell C. I., 2015 ; Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006 ; Williamson K. S., 2003).	12
Figure 2.10 :	Système des composants et de leurs interactions, qui participent à rendre un espace de qualité et durable (Shafter et al., 2000). Ce schéma montre comment les interactions entre l'environnement, l'économie et les communautés engendrent un espace viable, accessible et participant au développement durable.	13
Figure 2.11 :	Pyramide de la durabilité définit, selon Williamson, le classement de différents composants des villes et comment les IV et les écosystèmes devraient être considérés comme les fondations de leurs croissance (Williamson K. S., 2003).	14
Figure 2.12 :	Structure spatiale d'un réseau d'IV et comment il connecte les écosystèmes et les paysages entre eux à l'aide d'un système de Hubs, Links et Sites. Schéma personnel (inspiré de: Mell C. I., 2015 ; Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006 ; Williamson K. S., 2003).	14
Tableau 2.1 :	Évolution de la population mondiale et par continent pour 1950, 2017, 2030, 2050 et 2100 (UN-Habitat, 2014). Très forte augmentation pour l'Afrique, sa population devrait tripler, pour les 100 années à venir.	7
Tableau 2.2 :	Évolution de la population par pays, spécialement pour la RDC, sur 1950, 2017, 2030, 2050 et 2100 (UN-Habitat, 2014). La population de RDC devrait quintupler d'ici 100 ans.	7
Tableau 2.3 :	Évolution de la population à Lubumbashi en 2000, 2018 et 2030. Taux de croissance annuel de la population entre 2000-2018 et 2018-2030 et pourcentage de la population totale et urbaine de Lubumbashi par rapport à l'ensemble de la RDC en 2018 (UN Population Division, 2018).	8
Tableau 2.4 :	Les éléments qui composent les IV selon différents auteurs et leur fonction au sein de la structure générale du réseau d'IV. (Mell C. I., 2015).	15

3 - PRÉSENTATION DU SITE D'ÉTUDE :

Figure 3.1 : Carte de l'Afrique et géolocalisation de la République démocratique du Congo(Larousse, 2018 : https://www.larousse.fr/encyclopedie/cartes/Afrique/1306001).	17
Figure 3.2 : Carte République démocratique du Congo et géolocalisation de Lubumbashi (Larousse, 2018 : https://www.larousse.fr/encyclopedie/cartes/R%C3%A9publique_d%C3%A9mocratique_du_Congo/1306044).	17
Figure 3.3 : Carte représentant les 7 communes de Lubumbashi, 1 : commune Annexe ; 2 : commune Kamalondo ; 3 : commune Kampemba ; 4 : commune Katuba ; 5 : commune Kenya ; 6 : commune Lubumbashi ; 7. Schéma personnel (inspiré de: Yannick U. S., 2017).	17
Figure 3.4 : Carte synthétique de la structure de Lubumbashi et de son réseau hydrique. Photographies illustrant les différentes ambiances et type de végétation rencontrés en son sein (Harold Strammer, 2018).	18

5 - PARTIE 1 : CARTOGRAPHIES DES COULOIRS DE VÉGÉTATION :

Figure 5.1 : «Cartes de la végétation et autres occupations du sol de la région d'Elisabethville en 1956 à gauche. Au milieu, la carte de la région de Lubumbashi de 1984 et à droite, la carte de 2009» (Munyemba & Bogaert, 2014). Met en valeur les couloirs de végétation au sein de la ville de Lubumbashi.	20
Figure 5.2 : «Cartes d'occupation du sol de la ville de Lubumbashi et sa zone périphérique issues de la classification supervisée des images SPOT de 1989, 1996, 2002, 2005, 2008 et 2014 par l'algorithme de maximum de vraisemblance» (Yannick U. S., 2017). Met en valeur les couloirs de végétation au sein de la ville de Lubumbashi.	20
Figure 5.3 : Schéma synthétique reprenant la structure de Lubumbashi au travers de la méthodologie de Kevin Lynch (Vranken I., 2010). Met en valeur les couloirs de végétation au sein de la ville de Lubumbashi.	20
Figure 5.4 : Pour la présentation de la suite de la méthodologie, exemple de ce à quoi la cartographie des IV pourrait ressembler, non représentatif des résultats (Harold Strammer, 2018).	21
Figure 5.5 : Ce schéma montre comment les points d'observation sont placés au sein des IV, la présence de bâtis induit leurs limites (Harold Strammer, 2018).	21
Figure 5.6 : Vue aérienne de Lubumbashi, qui met en valeur un réseau de couloirs végétalisés (Google Earth 2018).	22
Figure 5.7 : Cartographie schématique des IV (Harold Strammer, 2018).	22
Figure 5.8 : Vue aérienne d'une IV à Lubumbashi dans un milieu fortement urbanisé (Google Earth 2018).	23
Figure 5.9 : Vue aérienne d'une IV à Lubumbashi dans un milieu moyennement urbanisé (Google Earth 2018).	23
Figure 5.10 : Vue aérienne d'une IV à Lubumbashi dans un milieu faiblement urbanisé (Google Earth 2018).	23
Figure 5.11 : Vues à petite échelle du placement des limites pour les IV dans un milieu fortement urbanisé. (Google Earth 2018).	24
Figure 5.12 : Vues à grande échelle du placement des limites pour les IV dans un milieu fortement urbanisé (Google Earth 2018).	24
Figure 5.13 : Vues à petite échelle du placement des limites pour les IV dans un milieu moyennement urbanisé. (Google Earth 2018).	25
Figure 5.14 : Vues à grande échelle du placement des limites pour les IV dans un milieu moyennement urbanisé (Google Earth 2018).	25
Figure 5.15 : Vues à grande échelle du placement des limites pour les IV dans un milieu faiblement urbanisé (Google Earth 2018).	25
Figure 5.16 : Vues à grande échelle du placement des limites pour les IV dans un milieu faiblement urbanisé (Google Earth 2018).	26
Figure 5.17 : Emplacement sur une vue aérienne du point qui a été défini comme étant le centre-ville (Google Earth 2018).	26
Figure 5.18 : Éloignement des points d'observation par rapport au centre-ville (Harold Strammer, 2018).	27
Figure 5.19 : Classement croissant des points d'observation par rapport à leur éloignement au centre-ville (Harold Strammer, 2018).	27
Figure 5.20 : Classement croissant de la largeur des IV au niveau des points d'observation (Harold Strammer, 2018).	28
Figure 5.21 : Disposition des points d'observation en fonction de leur éloignement du centre-ville (ordonnées) par rapport à leur largeur (abscisses), et courbe des tendances (Harold Strammer, 2018).	28
Tableau 5.1 : Coordonnées géographiques des points de contrôles et du centre-ville de Lubumbashi (Harold Strammer, 2018).	26

6 - PARTIE 2 : COMPOSITION DES INFRASTRUCTURES VERTES :

Figure 6.1 :	Explication schématique de la méthode des prises de vues pour les points d'observation (Harold Strammer, 2018).	29
Figure 6.2 :	Explication schématique de l'analyse photographique par la mise en valeur des différentes occupations du sol (Harold Strammer, 2018).	31
Figure 6.3 :	Explication schématique de la conception des séquences paysagères (Harold Strammer, 2018).	31
Figure 6.4 :	Canevas de la fiche 01 d'identité paysagère (Harold Strammer, 2018).	32
Figure 6.5 :	Canevas de la fiche 02 d'identité paysagère (Harold Strammer, 2018).	32
Figure 6.6 :	Composition générale, couvert végétal au sein de l'IV PO 47 / PO 49 (Harold Strammer, 2018).	33
Figure 6.7 :	Composition générale, milieux humides au sein de l'IV PO 13 / PO 29 (Harold Strammer, 2018).	33
Figure 6.8 :	Composition générale, éléments bâtis visibles depuis l'intérieur de l'IV PO 29 / PO 55 (Harold Strammer, 2018).	34
Figure 6.9 :	Composition générale, agriculture au sein de l'IV PO 02 / PO 16 (Harold Strammer, 2018).	34
Figure 6.10 :	Composition générale des IV en fonction des angles de vues (Harold Strammer, 2018).	34
Figure 6.11 :	Analyse photographique pour le point de vue 1 depuis le coeur de l'IV, PO24, humide, agriculture, végétale, bâti (Harold Strammer, 2018).	35
Figure 6.12 :	Analyse photographique pour le point de vue 2 depuis la périphérie de l'IV, PC06, humide, agriculture, végétale, bâti (Harold Strammer, 2018).	35
Figure 6.13 :	Analyse photographique pour le point de vue 3 depuis la limite de l'IV, PC12, humide, agriculture, végétale, bâti (Harold Strammer, 2018).	36
Figure 6.14 :	Séquence qui reprend la succession d'eau courante, du milieu humide et de couvert végétal dans 48% des cas. L'eau courante est à l'origine des séquences dans 92% des cas et suit du milieu humide dans 84% des cas. (Harold Strammer, 2018).	36
Figure 6.15 :	Séquence qui reprend la succession d'eau courante, du milieu humide et d'agriculture dans 36% des cas. Cela met en valeur le lien entre le milieu humide et les pratiques agricoles (Harold Strammer, 2018).	37
Figure 6.16 :	Séquence qui met la présence du bâti dans 80% des cas en périphérie et le montre comme limitant à la végétation dans 32% des cas (Harold Strammer, 2018).	37
Figure 6.17 :	Séquence qui met la présence du milieu végétal au delà du bâti dans 52% des cas. (Harold Strammer, 2018).	37
Figure 6.18 :	Exemple d'une séquence entière au sein de l'IV (Harold Strammer, 2018).	37
Figure 6.19 :	Photographie de la présence d'eau, PO 31 Eau stagnante / PO 51 Cours d'eau asséché (Harold Strammer, 2018).	38
Figure 6.20 :	Schéma hypothétique du service écosystémique d'assimilation des eaux de pluie, fournit par les IV, pour la gestion des inondations. (Harold Strammer, 2018).	38
Figure 6.21 :	Graphique montrant le pourcentage de présence des activités anthropiques au sein des IV (Harold Strammer, 2018).	38
Figure 6.22 :	Les activités anthropiques présentes au sein des points : PO 60 Irrigation et cultures agricoles / PO 22 Lessive et toilette / PO 49 Lavage automobile (Harold Strammer, 2018).	39
Figure 6.23 :	Impact de la pollution sur les cours d'eau : PO 37 / PO 12 (Harold Strammer, 2018).	39
Figure 6.24 :	Les activités anthropiques de type production et loisir pour les points : PO 13 Pêche et production de nattes / PO 23 Terrain de foot (Harold Strammer, 2018).	39
Tableau 6.1	Tableau montrant les différentes formes sous laquelle l'eau est présente au sein des IV : (Harold Strammer, 2018).	37

7 - PARTIE 3 : ANALYSE DES PAYSAGES QUI CONSTITUENT LES IV ET LEURS PÉRIPHÉRIES :

Figure 7.1 :	Photographies montrant la rupture entre le milieu urbain et les paysages au sein des IV pour le point PO 28 (Harold Strammer, 2018)	43
Figure 7.2 :	Répartition du type de végétation basse, moyenne et haute le long du transect. Représentation schématique de la hauteur cette végétation, on constate une croissance de cette dernière du cœur vers la limite (Harold Strammer, 2018).	43
Figure 7.3 :	Exemple de végétation basse au sein des points PO 10 / PO 23 / PO 29 (Harold Strammer, 2018).	44
Figure 7.4 :	Exemple de végétation moyenne au sein des points PO 02 / PO 06 / PO 13 (Harold Strammer, 2018).	44
Figure 7.5 :	Exemple de végétation haute au sein des points PO 05 / PO 37 / PO 55 (Harold Strammer, 2018).	45
Figure 7.6 :	Répartition de la présence des trois types de végétation pour les points de vue P1, P2 et P3 en fonction de la largeur des IV. En ordonnées: absence (0) ou présence (1) des types de végétation et en abscisses : points d'observation classés de manière croissante en fonction de la largeurs des IV, (Harold Strammer, 2018).	45

Figure 7.7 :	Répartition de la présence des trois types de végétation pour les points de vue P1, P2 et P3 en fonction de l'éloignement des IV par rapport au centre-ville. En ordonnées: absence (0) ou présence (1) des types de végétation et en abscisses : points d'observation classés de manière croissante en fonction de l'éloignement des IV par rapport au centre-ville (Harold Strammer, 2018).	46
Figure 7.8 :	Exemples de paysages ouverts selon les 3 angles de vue, au sein des IV pour les points, PO 18 : P1 / PO 12 : P2 / PO 21 : P3 (Harold Strammer, 2018).	47
Figure 7.9 :	Exemples de paysages semi-ouverts selon les 3 angles de vue, au sein des IV pour les points, PO 06 : P1 / PO 05 : P2 / PO 41 : P3 (Harold Strammer, 2018).	47
Figure 7.10 :	Exemples de paysages fermés selon les 3 angles de vue, au sein des IV pour les points, PO 28 : P1 / PO 49 : P2 / PO 29 : P3 (Harold Strammer, 2018).	48
Figure 7.11 :	Répartition de la présence du degré d'ouverture des paysages (ouvert, semi-ouvert et fermé) pour les points de vue P1, P2 et P3 en fonction de la largeur des IV. En ordonnées: absence (0) ou présence (1) du degré d'ouverture des paysages et en abscisses : points d'observation classés de manière croissante en fonction de la largeurs des IV, (Harold Strammer, 2018).	48
Figure 7.12 :	Répartition de la présence du degré d'ouverture des paysages (ouvert, semi-ouvert et fermé) pour les points de vue P1, P2 et P3 en fonction de l'éloignement des IV par rapport au centre-ville. En ordonnées: absence (0) ou présence (1) du degré d'ouverture des paysages et en abscisses : points d'observation classés de manière croissante en fonction de l'éloignement des IV par rapport au centre-ville (Harold Strammer, 2018).	49
Figure 7.13 :	Exemples de limites floues au niveau des angles de vue P2 et P3 pour le point, PO 16 : P2 / P3 (Harold Strammer, 2018).	50
Figure 7.14 :	Exemples de limite marquée au niveau des angles de vue P2 et P3 pour le point, PO 12 : P2 / P3 (Harold Strammer, 2018).	14
Figure 7.15 :	Exemples de limite nette au niveau des angles de vue P2 et P3 pour le point, PO 55 : P2 / P3 (Harold Strammer, 2018).	51
Figure 7.16 :	Répartition des types des limites (floue, marquée et nette) pour les points de vue P1, P2 et P3 en fonction de la largeur des IV ((a),(b),(c)) et en fonction de l'éloignement des IV par rapport au centre-ville ((d),(e),(f)). En ordonnées: absence (0) ou présence (1) des différents types de limites et en abscisses : points d'observation classés de manière croissante en fonction de la largeur ((a),(b),(c)) et de l'éloignement des IV par rapport au centre-ville ((d),(e),(f)) (Harold Strammer, 2018).	51
Figure 7.17 :	Exemple d'IV qui possède des limites perméables au niveau du point PO 15. On constate la présence de nombreux cheminements qui pénètrent dans l'IV depuis les quartiers adjacents. (Harold Strammer, 2018).	52
Figure 7.18 :	Exemples de cheminements visibles au cœur de l'IV pour le point PO 15 (Harold Strammer, 2018).	52
Figure 7.19 :	Mise en relation de la présence des limites perméables avec les limites floues. On constate que la présence de limites floues est souvent liée à celle de limites perméables (Harold Strammer, 2018).	52
Figure 7.20 :	Mise en relation de la présence des limites perméables avec les activités anthropiques. On remarque que la présence des limites perméables est très souvent liée à celle d'activités anthropiques (Harold Strammer, 2018).	52
Figure 7.21 :	Exemple d'IV qui possède des limites semi-perméables au niveau du point PO 41. On constate que se sont les parcelles d'habitations qui génèrent la perméabilité des lieux. (Harold Strammer, 2018).	53
Figure 7.22 :	Exemples des parcelles d'habitations visibles en périphérie de l'IV pour le point PO 41 (Harold Strammer, 2018).	53
Figure 7.23 :	Exemple d'IV qui possède des limites imperméables au niveau du point PO 55. (Harold Strammer, 2018).	53
Figure 7.24 :	Exemples de limite imperméable visible en périphérie de l'IV, au niveau d'habitations dont les parcelles sont entièrement murées pour le point PO 55 (Harold Strammer, 2018).	53
Figure 7.25 :	Répartition du degré de perméabilité des limites (perméable, semi-perméable et imperméable) pour les points de vue P1, P2 et P3 en fonction de la largeur des IV ((a),(b),(c)) et en fonction de l'éloignement des IV par rapport au centre-ville ((d),(e),(f)). En ordonnées: absence (0) ou présence (1) des différents degrés de perméabilité des limites et en abscisses : points d'observation classés de manière croissante en fonction de la largeur ((a),(b),(c)) et de l'éloignement des IV par rapport au centre-ville ((d),(e),(f)) (Harold Strammer, 2018).	54
Figure 7.26 :	Mise en relation de la présence des continuités végétales avec les limites floues. On constate que la présence de continuité végétale est souvent liée à celle de limites floues (Harold Strammer, 2018).	54
Figure 7.27 :	Mise en relation de la présence de discontinuité végétale avec celle de végétation haute. On constate que la présence de discontinuité végétale est souvent liée à celle de végétation haute (Harold Strammer, 2018).	55

Figure 7.28 :	Mise en relation de la présence de discontinuité végétale avec celle de limites marquées et nettes. On constate que la présence de discontinuité végétale est souvent liée à celle de limites marquées et nettes (Harold Strammer, 2018).	55
Figure 7.29 :	Répartition de la présence de continuité et discontinuité végétale en fonction de la largeur des IV. En ordonnées: absence (0) ou présence (1) de continuité et discontinuité végétale et en abscisses : points d'observation classés de manière croissante en fonction de la largeurs des IV, (Harold Strammer, 2018).	55
Figure 7.30 :	Répartition de la présence de continuité et discontinuité végétale en fonction de la largeur des IV. En ordonnées: absence (0) ou présence (1) de continuité et discontinuité végétale et en abscisses : points d'observation classés de manière croissante en fonction de l'éloignement des IV par rapport au centre-ville (Harold Strammer, 2018).	55
Figure 7.31 :	Exemples de visibilité du coeur des IV pour les points PO 10 / PO28 (Harold Strammer, 2018).	55
Figure 7.32 :	Exemples du coeur non visible des IV pour les points PO 06 / PO 12 (Harold Strammer, 2018).	56
Figure 7.33 :	Mise en relation de la visibilité du coeur des IV avec les paysages ouverts au niveau de P3. On constate que la visibilité du coeur est souvent liée à celle des paysages ouverts au niveau de P3 (Harold Strammer, 2018).	56
Figure 7.34 :	Répartition de la visibilité du coeur des IV en fonction de leur éloignement par rapport au centre-ville (gauche) et en fonction de la largeur des IV (droite). En ordonnées: absence (0) ou présence (1) de la visibilité du coeur et en abscisses : points d'observation classés de manière croissante en fonction de la largeur (droite) et de l'éloignement des IV par rapport au centre-ville (gauche) (Harold Strammer, 2018).	56
Tableau 7.1 :	Pourcentage des différents types de végétation basse, moyenne et haute pour les points de vues P1,P2 et P3 (harold Strammer, 2018)	43
Tableau 7.2 :	Pourcentage des différents types d'ouvertures de paysages (ouvert, semi-ouvert et fermé) pour les points de vues P1,P2 et P3	46
Tableau 7.3 :	Pourcentage des différents types de végétation basse, moyenne et haute pour les points de vues P1,P2 et P3. Mise en lien de l'ouverture des paysages avec le type de végétation, on constate que la végétation moyenne et haute impact le plus le paysage. Cependant la présence de végétation basse n'induit pas forcément l'ouverture de ces derniers. (Harold Strammer, 2018)	46
Tableau 7.4 :	pourcentages de présence pour les trois types de limites au niveau des points d'observation (P1, P2 et P3)(Harold Strammer, 2018).	50
Tableau 7.5:	Pourcentages de présence du degrés de perméabilité des limites au	51
Tableau 7.6 :	Tableau des pourcentages de présence pour la continuité et discontinuité végétale ainsi que la visibilité du coeur des IV au niveau des points d'observation (Harold Strammer, 2018).	54

8 - CONCLUSION ET DISCUSSION :

Figure 8.1 :	Présentation de l'enchaînement et de la hiérarchisation des grands principes qui composent les IV et leurs degré de présence, d'absence ou potentialité pour la ville de Lubumbashi.	58
--------------	--	----

Table des matières

REMERCIEMENTS :

RÉSUMÉ :

ABSTRACT :

TABLE DES MATIÈRES :

TABLE DES FIGURES :

1- INTRODUCTION :

5

2- ETAT DE L'ART :

6

2.1 - Choix du sujet :

6

2.1.1 - Un manque de recherches dans les pays du Sud :

6

2.2 - Les pressions anthropiques :

7

2.2.1 - Croissance de la population :

7

2.2.2 - Croissance de la population urbaine :

8

2.2.3 - L'urbanisation :

9

2.3 - Les Infrastructures Vertes :

10

2.3.1 - L'origine des IV :

10

2.3.2 - Définition du terme « Infrastructure » :

11

2.3.3 - Définition du terme « verts » pour espaces verts :

11

2.3.4 - Définition du concept Infrastructures Vertes :

11

2.3.5 - Les grands principes :

12

2.3.6 - La planification des IV, fondation pour un développement des villes :

14

2.3.7 - La structure d'une IV et tout ce qui peut la composer :

14

2.3.8 - Les bénéfices d'une IV :

15

2.3.8.1 - Socio-économiques :

15

2.3.8.2 - Réponse environnementale :

16

2.3.9 - La notion de paysage pour les IV :

16

3 - Présentation du site d'étude :	17
3.1. - La ville de Lubumbashi : un pôle démographique et économique :	17
3.2 - Évolution de la ville :	17
3.3 - Végétation :	17
3.4 - Climat :	19
3.5 - Hydrographie :	19
4 - Stratégie globale :	19
5 - PARTIE 1 : Cartographie des couloirs de végétation :	20
5.1 - Méthodologie : Mise en valeur des IV au sein de la ville :	20
5.1.1 - Méthode pour la création de la cartographie des IV :	20
5.1.2 - Placement des points d'observation :	21
5.1.3 - Un lien entre éloignement des IV par rapport au centre et la taille des IV :	21
5.2 - Résultats : Mise en valeur des IV au sein de la ville :	22
5.2.1 - Cartographie des IV :	22
5.2.2 - Un réseau d'IV :	23
5.2.3 - L'implantation des IV dans la ville :	24
5.2.4 - Placement des points d'observation :	26
5.2.5 - Un lien entre l'éloignement du centre-ville et la largeur des IV :	27
6 - PARTIE 2 : Composition des IV :	29
6.1 - Méthodologie : présentation des points d'observation :	29
6.1.1 - Définition des points de prise de vue sur terrain :	29
6.1.2 - Les vues aériennes :	29
6.1.3 - La coupe schématique :	29
6.1.4 - Les photos complémentaires :	30
6.2 - Méthodologie : composition des IV :	30
6.2.2 - Composition des corridors par rapport aux points de vue :	30
6.2.3 - Analyse au travers de séquences paysagères :	31
6.2.4 - Analyse de la présence d'eau :	31
6.2.5 - Les activités anthropiques :	31
6.3 - Fiche d'identité paysagère des IV :	31
6.4 - Méthodologie : Analyse quantitative :	32
6.5 – Résultats : fiches d'identité paysagères :	33
6.6 - Résultats : composition des IV :	33
6.6.1 - Composition générale des corridors :	33
6.6.2 - Composition des corridors par rapport aux points de vue :	34
6.6.3 - Analyse au travers des séquences paysagères :	36

7 - PARTIE 3 : Analyse des paysages qui constituent les IV et leurs périphéries :	41
7.1 – Méthodologie : caractérisation des paysages composants les IV :	41
7.1.1 - Type de végétation :	41
7.1.2 - Ouverture des paysages :	41
7.2 – Méthodologie : spécificités des limites :	41
7.2.1 - Types de limites / Types de transitions :	41
7.2.2 - Perméabilité des limites :	42
7.2.3 - Transversalité des limites :	42
7.2.3.1 - Continuité végétale :	42
7.2.3.2 - Cœur visible :	42
7.3 - Fiches d'identité paysagère des IV :	42
7.4 - Méthodologie : Analyse quantitative :	42
7.5 – Résultats : caractéristiques paysagères des IV :	43
7.5.1 - Type de végétation :	43
7.5.2 - Ouvertures des paysages :	46
7.6. - Résultats : spécificités des limites :	50
7.6.1 - Type de limites :	50
7.6.2 - Perméabilité des limites :	51
7.6.3 - La transversalité des limites :	54
8 - PARTIE 4 : Conclusion et discussion:	58
8.1 - Conclusion : Le statut des couloirs végétalisés de Lubumbashi :	58
8.2 - Discussion :	60
8.3 - Critiques de la méthodologie :	61
8.4 - Ouverture :	62
9 - Références	63
10 - Annexes :	67
Fiches paysagères :	68

1- INTRODUCTION :

Les couloirs de végétation qui parcourent la ville de Lubumbashi, peuvent-ils être considérés comme des Infrastructures Vertes ? Quelle composition générale ont-ils, quels paysages génèrent-ils et quelles interactions ont-ils avec la ville ?

L'un des défis majeurs du 21ème siècle est la croissance de la population et l'urbanisation qu'elle engendre. En 2050, on estime que la population devrait croître encore de 2.5 milliards d'êtres humains. A cette période 66% de la population mondiale vivra en milieu urbain.

Durant les décennies passées, les plus grandes agglomérations urbaines se situaient dans les régions développées. De nos jours, les plus grandes villes se trouvent globalement dans les pays du sud et les développements, les plus rapides, se situent en Asie et en Afrique. En 2050, 90% de la population croissante, de ces régions, se situera en zone urbaine (UN-Habitat, 2014).

L'urbanisation induit de nombreuses pressions et détériorations du milieu, impactant négativement les populations. Les espaces végétalisés ont la capacité de générer de nombreux services comme une meilleure gestion et qualité de l'eau et de l'air. Ou encore de lutter contre l'effet d'îlots de chaleur, générer des zones d'habitats pour la biodiversité, participer à une meilleure santé de la population et soutenir l'économie. Tous ces éléments possèdent un impact positif sur les villes et accompagnent leur développement.

Le partenariat entre l'Université de Gembloux Agro-Bio-Tech, Uliège et celle de l'UNILU, a orienté le choix du site d'étude vers la ville Lubumbashi située au Sud-Est de la République Démocratique du Congo. La ville est le parfait exemple d'un milieu urbain en pleine mutation, qui va connaître, dans les décennies à venir, une forte croissance de sa population engendrant de profondes mutations (UN Population Division, 2018).

Ce travail a donc comme objectif de démontrer comment une approche paysagère peut analyser des couloirs de végétation en milieu Subsaharien et ainsi définir si il possède ou non les caractéristiques pour être des infrastructures vertes.

Le choix de cette thématique a été orienté par différents travaux en lien avec la ville, sur son développement urbain et les espaces verts qu'elle possède. Ensuite, l'observation de vues aériennes, a conduit à identifier la présence d'un réseau de couloir de végétation qui ont validé le choix de ce sujet.

La notion d'IV a comme spécificité de regrouper une série de concepts multiples et variés dans le but de participer au développement écologique d'un espace. Elle regroupe des notions écologiques, sociales et économiques avec comme objectif d'encourager des pratiques de gestion des terres de manière positive pour la nature et l'Homme.

Ce sujet va s'articuler autour de plusieurs parties :

- L'état de l'art, va définir précisément le concept d'IV et ses grands principes au travers de la littérature scientifique. Pour analyser l'impact de ce type d'infrastructure sur les villes, et comprendre comment elles peuvent être considérées dans un développement urbain durable.
- La partie 1 va présenter la méthodologie et les résultats de la construction cartographique de la structure générale de ces couloirs de végétation.
- La partie 2 de ce mémoire va présenter la méthodologie et les résultats pour l'identification de la composition des couloirs et définir les milieux qui les composent.
- La partie 3 présente la méthodologie et les résultats de l'analyse détaillée des paysages qui composent les IV et l'étude de leurs limites, afin d'observer les interactions qu'elles possèdent avec la ville.
- Enfin la conclusion analysera les grands principes d'une IV, pour définir si elles ont le potentiel d'obtenir ou non le statut d'infrastructure vertes. Ensuite s'articulera une discussion, dans laquelle il y aura interprétation des résultats pour répondre à l'hypothèse de cette recherche. Pour finir, un regard critique sur la méthodologie et une présentation de différentes ouvertures sur ce sujet mettront fin au travail.

Ce sujet trouve sa pertinence dans des études d'architecte paysagiste car les IV possèdent un lien étroit avec les paysages. En effet ce concept cherche à appliquer des notions de planification et de gestion de milieux végétalisés dans un soucis d'inter-connectivité à grande et petite échelles. Ce qui induit d'utiliser le paysage pour favoriser un développement globale durable.

2- ETAT DE L'ART :

2.1 - Choix du sujet :

2.1.1 - Un manque de recherche dans les pays du Sud :

Pourquoi les infrastructures vertes (IV) en Afrique et à Lubumbashi ?

Le désir de travailler sur les IV, sur le continent africain, est venu d'un constat. Il existe très peu de travaux réalisés sur ces derniers en Afrique et encore moins sur les concepts de services qu'elles peuvent rendre en milieu urbain.

L'article « A Quantitative Review of Urban Ecosystem Service Assessments : Concepts, Models, and Implementation », réalisé par Dagmar Haase en 2014, analyse 217 articles qui ont été produits au sujet des services écosystémiques urbains.

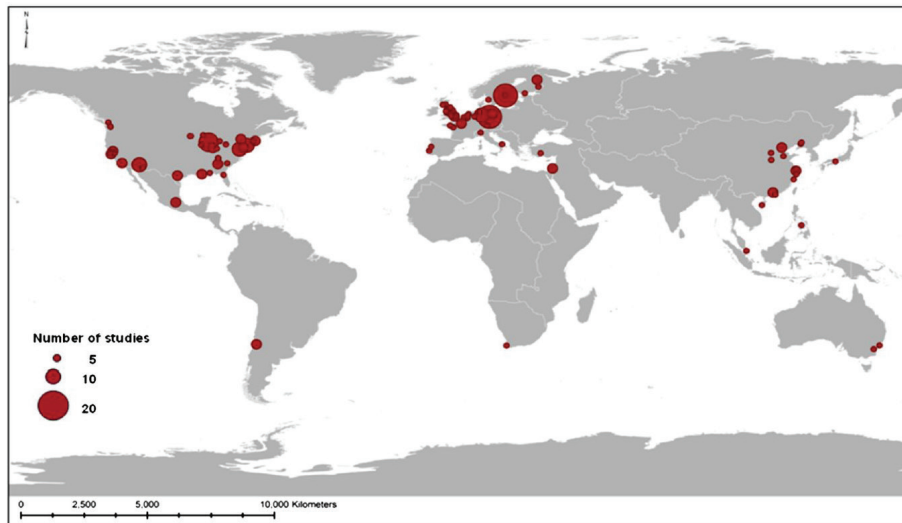


Figure 2.1 : Distribution géographique des 217 études sur les services écosystémiques urbains au niveau mondial (Haase D.,2014). La majorité des études se concentre dans les pays du Nord.

Dans notre cas, la figure 2.1 montre la répartition du nombre d'articles en fonction de la localisation de leur sujet au niveau mondial. On constate que la plupart des études se répartissent entre les États-Unis, l'Europe et l'Asie. A l'inverse, il y en a une absence flagrante portée sur L'Afrique, L'Amérique du Sud et le Pacifique. Dans cette situation, la limite Nord / Sud est clairement visible.

C'est donc la première raison qui a poussé à s'intéresser aux IV dans les pays du Sud et plus particulièrement en Afrique, de manière à mieux les

Ensuite, l'article s'intéresse, au travers de la figure 2.2, aux 217 études produites entre 1973 et 2011 dans le monde. On constate alors que leur nombre ne cesse de croître au fil des années, montrant un intérêt grandissant et une prise conscience concernant l'importance des services écosystémiques urbains.

Ceci est une autre raison ayant motivé le développement de ce sujet, de manière plus précise en lien avec les IV.

Dans son article de 2015 « Urban Green Spaces in Africa Nature and Challenges », Collins Adjei Mensah dénonce que de nombreuses régions du Sud, en particulier l'Afrique, sont touchées par la destruction massive des espaces verts ou une mauvaise gestion de ces derniers. La plupart des études, en lien avec ce type de défis et ce type d'espaces, se concentrent dans les régions tempérées du Nord, aux Etats Unis et en Europe.

Ajoutons que le désir de travailler sur la ville de Lubumbashi est apparu, grâce à la forte collaboration que possèdent les deux Universités de Gembloux Agro-Bio-Tech et l'université de Lubumbashi.

Enfin, le choix du sujet a aussi été stimulé par une série de caractéristiques que la ville de Lubumbashi possède et qui seront développées, plus tard, dans la méthodologie.

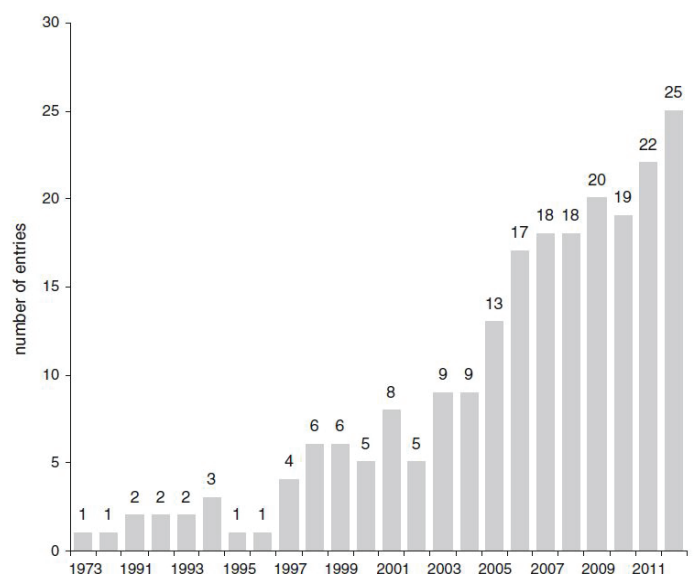


Figure 2.2 : Nombre d'articles publiés entre 1973 et 2012 sur les études des services écosystémiques urbains dans le monde (Haase D.,2014). Intérêt croissant, à partir des années 2000, à ce sujet.

2.2 - Les pressions anthropiques :

La croissance de la population et l'urbanisation sont parmi les défis majeurs du 21^{ème} siècle. Pour 2050, on estime que la population devrait croître de 2.5 milliards d'êtres humains. A cette période 66% de la population mondiale vivra en milieu urbain. Il est donc important de comprendre les concepts clés de cette urbanisation pour un développement des villes humainement inclusif, sûr, résilient et durable (UN Population Division, 2018).

2.2.1 - Croissance de la population :

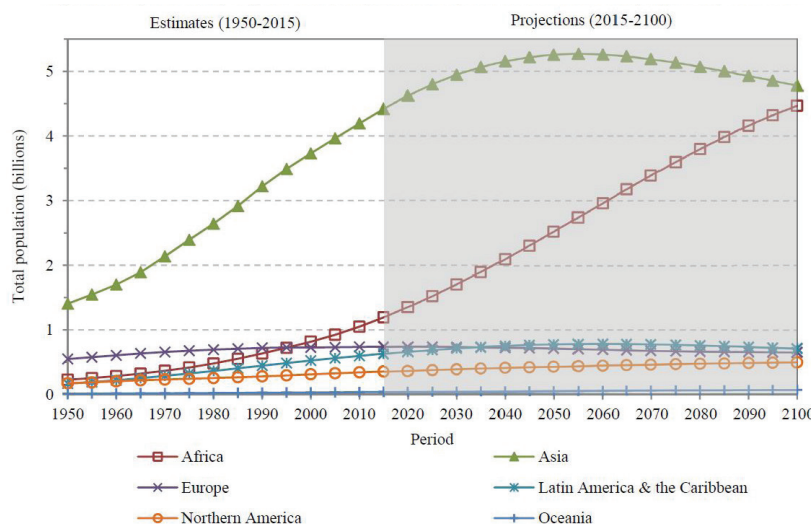
- Le continent Africain :

Le continent Africain connaît la plus forte croissance de population au monde. La population africaine devrait tripler, voire quadrupler, pour les cent années à venir, passant de 1.2 milliards en 2017 à 4.4 milliards en 2100 (tableau 2.1 et figure 2.3), (UN Population Division, 2017).

L'Afrique n'a pas encore connu l'entière de sa transition démographique urbaine et assiste à un exode rural massif. Ses villes et ses campagnes sont en pleine réorganisation (Paquot T., 2006). Ce continent se trouve donc en proie à des mutations majeures qui concernent les domaines de la démographie, l'urbain, l'environnement, la sociopolitique, la technologie et l'économie. Les villes vont subir une croissance et une expansion extrêmement rapides, accentuant les problèmes de pauvreté et de nombreuses difficultés sociales (figure 2.4), (UN-Habitat, 2014).

Region, country or area	Population (thousands)				
	1950	2017	2030	2050	2100
World	2 536 275	7 550 262	8 551 199	9 771 823	11 184 368
Africa	228 670	1 256 268	1 703 538	2 527 557	4 467 588
Asia	1 404 062	4 504 428	4 946 586	5 256 927	4 780 485
Europe	549 375	742 074	739 456	715 721	653 261
Latin America and the Caribbean	168 918	645 593	718 483	779 841	712 013
Northern America	172 603	361 208	395 453	434 655	499 198
Oceania	12 648	40 691	47 683	57 121	71 823

Tableau 2.1 : Évolution de la population mondiale et par continent pour 1950, 2017, 2030, 2050 et 2100 (UN-Habitat, 2014). Très forte augmentation pour l'Afrique, sa population devrait tripler, pour les 100 années à venir.



Source: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). *World Population Prospects: The 2017 Revision*. New York: United Nations.

Figure 2.3 : Estimation de la population par continent de 1950 à 2015 et la projection de son évolution de 2015 à 2100 (UN Population Division, 2017). La plus forte croissance de population aura lieu pour le continent africain.

- En République Démocratique du Congo :

La République Démocratique du Congo va être un acteur majeur de cet accroissement de la population sur le continent Africain. Le tableau 2.2, provenant du document des Nations Unie, montre que dans les cent prochaines années le pays verra sa population presque quintupler. Une telle croissance pour un pays en développement est un défi gigantesque, dans la gestion de ses terres, de sa population, de son développement et surtout car le pays possède des espaces naturels uniques d'une valeur inestimable.

Region, country or area	Population (thousands)				
	1950	2017	2030	2050	2100
Cyprus	494	1 180	1 282	1 383	1 323
Czechia	8 903	10 618	10 528	10 054	8 892
Dem. People's Rep. of Korea	10 549	25 491	26 744	26 809	23 581
Dem. Republic of the Congo	12 184	81 340	120 443	197 404	378 975
Denmark	4 268	5 734	6 025	6 314	6 815
Djibouti	62	957	1 133	1 308	1 264
Dominica	51	74	78	77	57

Tableau 2.2 : Évolution de la population par pays, spécialement pour la RDC, sur 1950, 2017, 2030, 2050 et 2100 (UN-Habitat, 2014). La population de RDC devrait quintupler d'ici 100 ans.

• Lubumbashi :

A l'aide du tableau 2.3 on constate que la ville de Lubumbashi va suivre la tendance générale du pays et voir sa population croître de 1,5 millions d'habitants entre 2018 et 2030 (UN Population Division, 2018).

Country or area	City	Statistical concept	City population (thousands)			Average annual rate of change (percentage)		City population as a proportion of the country or area's total or urban population in 2018 (percentage)	
			2000	2018	2030	2000-2018	2018-2030	Total population	Urban population
Democratic Republic of the Congo	Lubumbashi	City Proper	1 089	2 281	3 771	4.1	4.2	2.7	6.1
Democratic Republic of the Congo	Mbuji-Mayi	City Proper	1 011	2 305	3 899	4.6	4.4	2.7	6.2

Tableau 2.3 : Évolution de la population à Lubumbashi en 2000, 2018 et 2030. Taux de croissance annuel de la population entre 2000-2018 et 2018-2030 et pourcentage de la population totale et urbaine de Lubumbashi par rapport à l'ensemble de la RDC en 2018 (UN Population Division, 2018).

2.2.2 - Croissance de la population urbaine :

• Mondiale et sur le continent africain :

Durant les décennies passées, les plus grandes agglomérations urbaines se situaient dans les régions développées. De nos jours, les plus grandes villes d'un point de vue démographique se trouvent globalement dans les pays du sud et les développements, les plus rapides, se situent en Asie et en Afrique où en 2050, 90% de la population croissante se situera en zones urbaine (UN-Habitat, 2014).

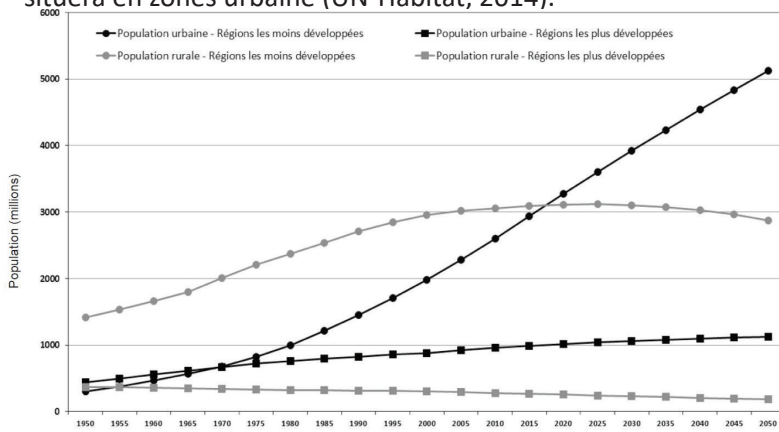


Figure 2.4 : Évolution de la population mondiale, des régions développées et moins développées, en milieu urbain et rural entre 1950 et 2050. (UN World urbanisation prospects, 2012). La population, des régions les moins développées en milieu urbain, va connaître la plus forte croissance d'ici 2050.

La cartographie, figure 2.5, confirme ces tendances et montre que dans les années à venir les plus hauts taux de croissance urbaine se concentreront sur le continent africain. C'est donc là que les grands défis écologiques, urbanistiques et paysagers vont se jouer dans le futur (Mensah C. A., 2014 ; Kessides C., 2006).

La figure 2.4 montre que « l'accroissement de la population urbaine sera bien plus élevé dans les pays moins développés. Car, sur la période entre 2000 et 2050, cette population devrait s'accroître de 3 milliards de personnes, ce qui représente une croissance de 159%, alors que pour les régions développées cette dernière devrait être de 30%. » (Halleux J. M., 2015)

« Par exemple, selon l'ONG GRET1, les pays du Sud auraient mis 35 ans pour passer d'un taux d'urbanisation de 18 % à 37 % alors que cette même progression se serait échelonnée sur huit décennies en Europe. » (Halleux J. M., 2015)

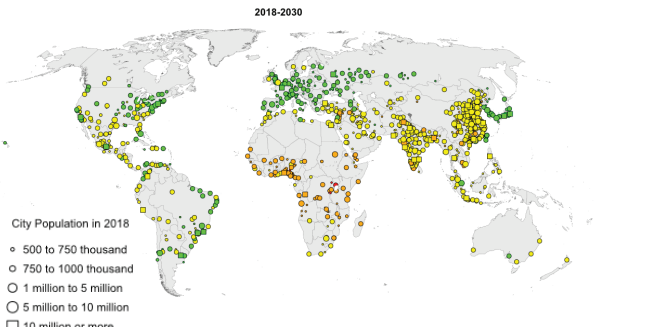


Figure 2.5 : Taille en population des agglomérations urbaines en 2018 et leurs taux de croissance entre 2018 et 2030 (<https://population.un.org/wup/Maps/>). Les villes africaines vont connaître la plus forte croissance de population d'ici 2030.

• En République Démocratique du Congo :

A l'échelle du pays on constate, sur la figure 2.6, que la population urbaine va encore croître de manière exponentielle. En réalité, le pays n'est qu'au début de sa transition urbaine (Kessides .C, 2006). De nombreuses villes vont encore connaître une très forte croissance. Elles seront donc le milieu de vie de plus 65% de la population du pays en 2050. Ceci va engendrer de nombreuses pressions sur les villes. Il devient nécessaire de préparer les fondations, d'une bonne gestion de l'espace urbain, pour préserver le cadre de vie des habitants, ainsi que mise en place de villes durables.

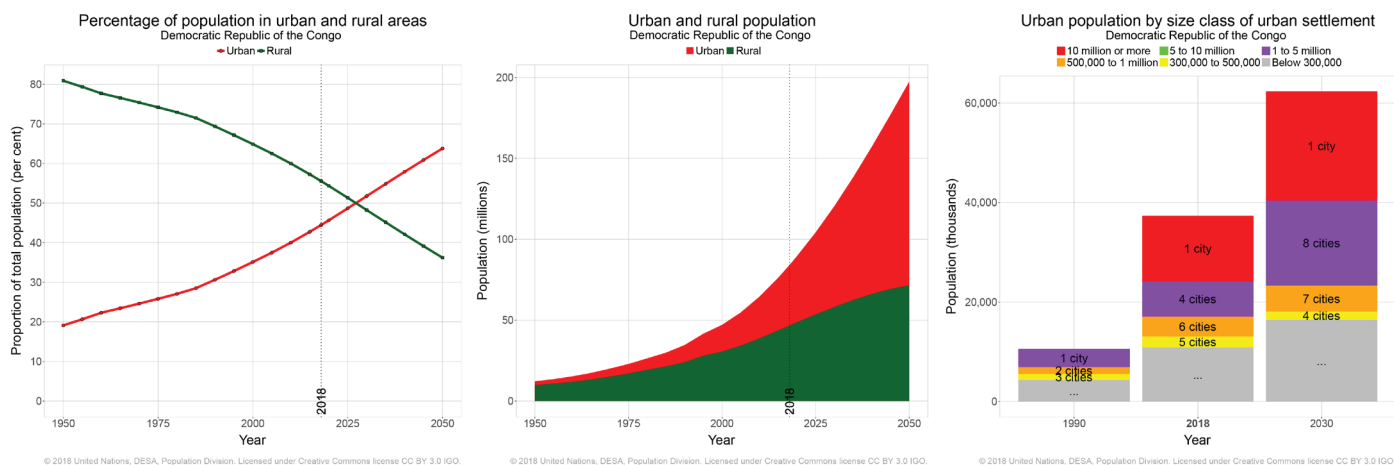


Figure 2.6 : Évolution de la population urbaine et rurale pour la RDC de 1950 à 2050 et le classement des villes selon la taille de leur population urbaine en 1990, 2018 et 2030. (<https://population.un.org/wup/Country-Profiles/>). La population urbaine de RDC va connaître une forte croissance d'ici 2050.

2.2.3 - L'urbanisation :

L'urbanisation est un point crucial dans les objectifs d'un développement durable.

« Sustainable urbanization is key to successful development. » (UN Population Division, 2018).

« Understanding the key trends in urbanization likely to unfold over the coming years is crucial to the implementation of the 2030 Agenda for Sustainable Development, including efforts to forge a new framework of urban development. » (UN Population Division, 2018).

« Urbanization is integrally connected to the three pillars of sustainable development: economic development, social development and environmental protection. » (UN Population Division, 2018).

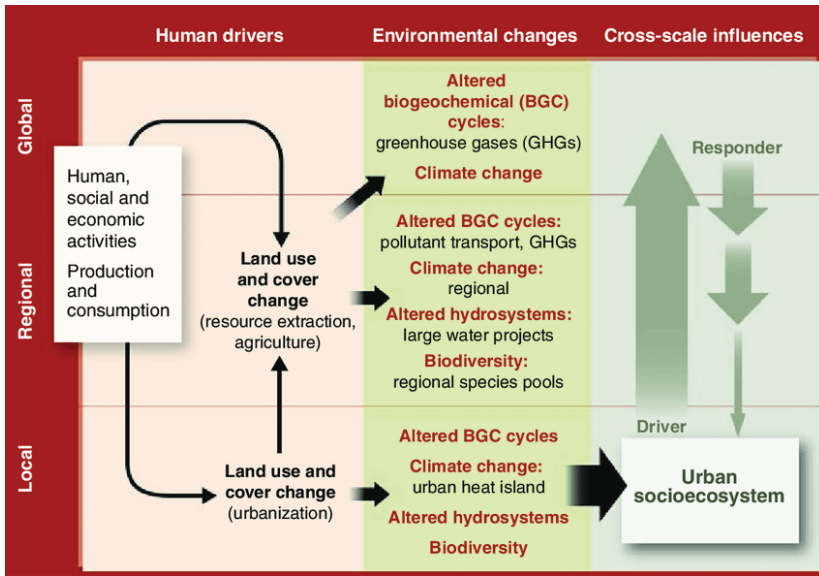
Face à une urbanisation mondiale grandissante, l'objectif d'un développement durable n'a jamais été autant lié à une gestion de la croissance urbaine qu'aujourd'hui, et plus particulièrement au niveau des pays pauvres où cette croissance est définie comme étant beaucoup plus rapide. Les pays vont devoir mettre en place des politiques intégrées, visant à améliorer la vie des citoyens et des ruraux, tout en renforçant les liens entre zones urbaines et rurales, en s'appuyant sur leurs relations économiques, sociales et environnementales existantes (UN Population Division, 2018). De plus, dans de nombreuses villes, une expansion urbaine non planifiée ou mal gérée conduit à une expansion rapide de la pollution, à la dégradation de l'environnement, ainsi qu'à des modes de production et de consommation non durables (UN-Habitat, 2014).

Au 20^{ème} siècle, les pays du Nord ont connu de fortes modifications et mutations de leurs paysages, engendrées par le développement de l'urbain (Antrop M., 2001). Ces processus sont actuellement en cours dans les pays du Sud à un rythme similaire en moyenne (Angel et al., 2011 ; Seto et al., 2012 ; Bogaert et al., 2015 ; Kessides C., 2006). Ceci est généré par la transition démographique, qui engendre un exode rural, une croissance de la population dans le pays, mais aussi au sein des villes (Angel et al., 2011 ; UN-Habitat, 2014).

« La transition urbaine représente, pour l'Afrique, une opportunité mais aussi un défi en matière de gestion des ressources. Les zones urbaines sont encore des centres de ressources sous-utilisés où se retrouve la majeure partie du capital matériel, financier et intellectuel du pays. Il est donc fondamental de bien analyser comment elles peuvent mieux contribuer dans les pays aux objectifs nationaux de croissance économique et de réduction de la pauvreté. » (Kessides C., 2006)

Il a été démontré que les espaces verts urbains se détériorent et disparaissent plus rapidement dans les zones urbaines du monde entier (Mensah C. A., 2014). Il a été mis en valeur au travers d'études sur 25 villes européennes, que 7,3% à 41% des terres réservées aux espaces verts ont été perdues au profit d'autres affectations du sol. Cette situation est pire sur le continent Africain (Mensah C. A., 2014).

Cette perte d'espace est dû à la



Cette perte d'espace est dû à la croissance de la population et à sa concentration dans les zones urbanisées. Ceci entraîne un développement désordonné et engendre donc une perte de la diversité d'habitat naturel, générant un déclin du nombre d'espèces et du nombre d'individus au sein de ces zones. Il y a une baisse du nombre d'écosystèmes et de leur capacité à assurer leurs fonctions naturelles, tels qu'un support à la biodiversité, le contrôle des inondations, la purification de l'eau et de l'air, l'apport en nutriment, ou encore le refroidissement de l'air (Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006). La figure 2.7 ci-dessous, illustre l'impact de l'urbanisation, à différentes échelles, sur l'environnement.

Figure 2.7 : « Cadre montrant le socio-écosystème urbain (en bas à droite) en tant que moteur des changements environnementaux (flèche vers le haut) et réponse à ces changements (flèches horizontales et celles vers le bas). Le changement d'occupation du sol associé à la construction des villes et le support de leurs populations, entraîne des perturbations du cycle biogéochimique, du climat, de l'hydrosystème et de la biodiversité du niveau local au niveau global. Les changements environnementaux locaux sont supérieurs à ceux qui se répercutent sur les changements environnementaux mondiaux (Flèche horizontale noire). Toutes les interactions et moteurs possibles ne sont pas présentés » (Grimm et al., 2008). (Global Change and the Ecology of Cities Grimm et al., 2008).

2.3 - Les Infrastructures Vertes :

Face aux problématiques développées par la croissance et la densification des villes, certains concepts cherchent à apporter des solutions. Dans ce travail, l'un d'entre eux va être développé et considéré comme l'une des possibilités de réponses : celui des Infrastructures vertes.

Ce dernier, ayant comme particularité d'avoir une dynamique pouvant être appliquée à une multitude de paysages, induit un développement du concept de manière pluridisciplinaire. Etant encore assez jeune, le concept d'IV ne possède pas une définition officielle, mais une multitude.

2.3.1 - L'origine des IV

Tout débute avec Frederick Law Olmsted qui reconnaît l'importance de la nature en ville et les bienfaits qu'elle procure aux populations. Il est l'un des premiers à mettre en place, dans un milieu urbain, des connexions entre des espaces végétalisés, avec l'objectif d'améliorer leur fonctionnement. En 1887, il crée « The Emerald Necklace » figure 2.7 (Le Collier d'Émeraude), qui relie, à l'aide de promenades plantées, une série de parcs et d'espaces végétalisés entre eux de manière à générer un réseau interconnecté. Cet ensemble accueille, de nos jours, une large biodiversité, fournit des services écologiques et permet de nombreuses activités (Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006).

A la même époque, les bienfaits de conserver des espaces végétalisés au sein des villes était aussi reconnu en Europe. En Angleterre, le mouvement guidé par Ebenezer Howard se focalise sur l'importance d'un équilibre entre le développement urbain et le besoin de nature (Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006).



Figure 2.8 : Plan de Frederick Law Olmsted d'un réseau interconnecté de parc pour la ville de Boston, intitulé "The Emerald Necklace" . (<https://bostonurbanplanning.weebly.com/emerald-necklace.html>)

2.3.2 - Définition du terme « Infrastructure » :

Nous allons tout d'abord nous intéresser à la sémantique du concept infrastructure , il peut être perçu comme :

- « Un ensemble d'éléments interconnectés qui fournissent le cadre pour supporter la totalité de la structure. » (Wikipédia, 2018)
- « Ensemble des ouvrages constituant la fondation et l'implantation sur le sol d'une construction ou d'un ensemble d'installations. Ou ensemble d'installations, d'équipements nécessaires à une collectivité. » (Larousse, 2018)
- « Ensemble des installations, des équipements permanents qui conditionnent le fonctionnement d'un organisme ou d'une entreprise, l'activité économique d'une région, d'un pays. » (Cnrtl, 2018)
- « Les auteurs Schrijnen (2000), Ahern (1995), Botequilha Leitão and Ahern (2007) and Fábos (1995, 2004), support l'idée que l'utilisation du terme infrastructure permet de résumer la faite de faire des connections entre les réseaux écologique, économique, politique et social. » (Mensah C. A., 2014).
- Benedict and McMahon 2006 utilise le terme infrastructure pour mettre en valeur leur idée que les éléments du paysage devraient être mis en place avec les mêmes priorités que les systèmes de communication, les routes et autres infrastructures publiques.

Les éléments composant la notion d'infrastructure sont tout d'abord l'idée de fondation, de support qui possède comme objectif de mettre en place une structure qui pourra soutenir le développement de différents processus. La notion de fonctionnement ou de conditionnement permet la création d'habitats dédiés à la croissance de population. Ensuite, il y a la notion de connections et de réseaux qui a comme objectif de lier tous ces éléments ensemble de manière à se qu'ils puissent communiquer, et permettre la mise en place de flux.

Les grands principes d'une infrastructure sont : construire des fondations interconnectées sous forme de réseaux qui auront comme fonction de supporter et de conditionner le développement d'un organisme.

2.3.3 - Définition du terme « verts » pour espaces verts :

Le terme « Vert » qui peut être mis en lien avec l'idée d'espaces végétalisés :

- Ce sont tous les espaces couverts naturellement ou artificiellement par de la végétation. (Fratini, R., and Marone, E., 2011)
- Ce peut être tous les espaces végétalisés qui possèdent arbres, buissons et herbe. (Fam, D., et al., 2008)
- Ils peuvent être présents dans les zones urbaines ou rurales, couvrent toutes celles qui possèdent une forme de végétalisation naturelle ou artificielle et ne se limite pas qu'aux parcs et jardins. On retrouve donc principalement toutes surfaces perméables, couverts par du sol ou de la végétation qui sont accessibles et gérés par le public ou le privé (Mensah C. A., 2014).

2.3.4 - Définition du concept Infrastructures Vertes :

Après avoir défini ces deux termes séparément nous allons regarder comment le concept d'IV est défini dans la littérature scientifique.

Une première sélection a été opérée, dans toutes les définitions trouvées, pour créer un lien avec les caractéristiques urbaines du site d'étude.

- A connected system of parks and parkways is manifestly far more complete and usefull than a series of isolated parks"-John Olmsted and frederick Law Olmsted Jr., 1903
- Un réseau interconnecté d'espaces naturels ou d'espaces ouverts qui conserve la valeur et les fonctions d'un écosystème naturel, en participant à la qualité de l'air, de l'eau et qui donne accès à des espaces qui participent au bien être humain et à la biodiversité. Utilisée dans ce contexte, l'infrastructure verte est le cadre écologique pour la santé environnementale, sociale et économique - en bref, notre système de soutien à la vie naturelle (Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006).

- L'infrastructure verte est un réseau sous-régional de sites protégés, de réserves naturelles, d'espaces verts et de liaisons vertes. L'infrastructure verte devrait permettre une utilisation multifonctionnelle ... elle devrait fonctionner à toutes les échelles spatiales depuis les centres urbains jusqu'à la campagne ouverte (TCPA, 2004).
- Système de soutien à la vie naturelle pour les nations, un réseau interconnecté de terres et d'eau protégées qui soutient les espèces indigènes, maintient les processus écologiques naturels, soutient les ressources aériennes et en eau et contribue à la santé et à la qualité de vie des communautés et des gens (Williamson, 2003).
- -L'infrastructure verte est proposée comme étant les éléments de connectivité (physiques et métaphoriques) reliant différents éléments environnementaux dans le paysage rural et urbain, offrant ainsi des avantages multifonctionnels (écologiques, économiques et sociaux) pour diverses populations (Mell C. I., 2015).
- Les infrastructures vertes sont des paysages résilients qui soutiennent les intérêts écologiques, économiques et humains en préservant l'intégrité et la promotion de la connectivité du paysage, tout en améliorant la qualité de vie, le lieu et l'environnement à travers les différentes limites du paysage (Mell C. I., 2015).

Pour Mark A. Benedict and Edward T. McMahon les espaces verts sont souvent perçus comme quelque chose de « bien » alors que les IV impliquent quelque chose que l'on « doit avoir ».
 Les fonctions écologiques sont constituées par le vert (écologie), alors que les éléments physiques, eux, sont représenté par la partie infrastructure (fonctionnalité) du concept (Mell C. I., 2015).

A travers ces définitions, on constate que l'objectif premier des IV est d'appliquer une approche structurée, construite pour donner de véritable fondation pour le soutien de processus naturels.

Dans notre cas, nous nous intéressons plus particulièrement au concept d'IV en milieux urbains. On cherche donc à soutenir un réseau d'espaces verts de manière à ce qu'il puisse supporter la biodiversité au sein de ce milieu anthropique, mais aussi générer un meilleur cadre de vie en rendant différents services aux populations.

2.3.5 - Les grands principes :

Les définitions du terme IV ont mis en valeur une série de termes. Ces derniers illustrent les grands principes de leurs fonctionnements voir figure 2.8. Ils font référence à un réseau durable, interconnecté d'espaces végétalisés qui soutiennent une série de processus écologiques, naturels, économiques et sociaux. Le tout s'intégrant, ou devant s'intégrer, dans un réseau écologique plus vaste reliant différents écosystèmes (Mell C. I., 2015). Au travers d'une approche méthodique et stratégique pour la conservation des terres à l'échelle nationale, régionale et locale, encourageant des pratiques de gestion des terres de manière positive pour la nature et l'Homme (Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006).

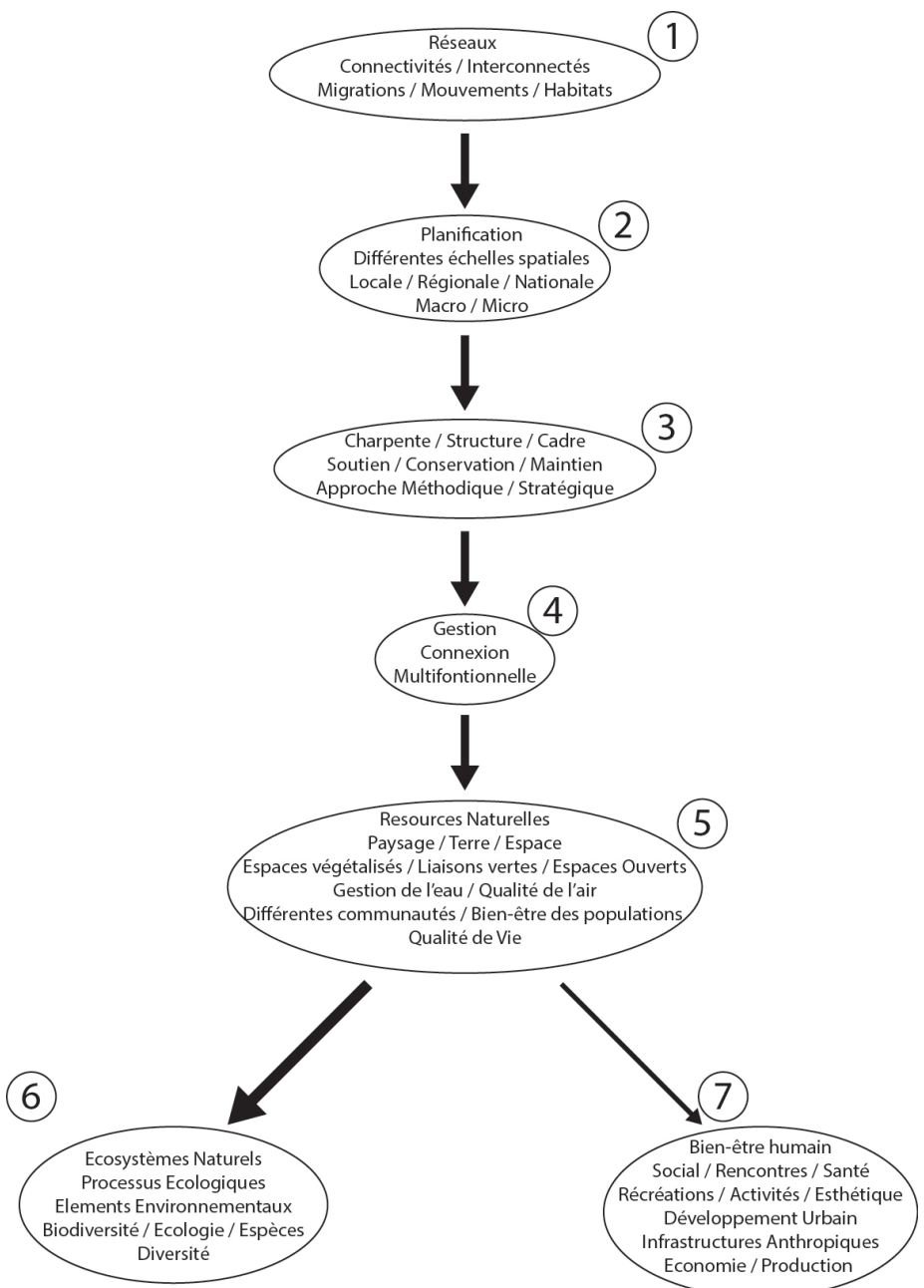


Figure 2.9 : Présentation de l'enchaînement et de la hiérarchisation des grands principes qui composent les IV. Réalisation personnelle (inspirée par : Farina, 1998 ; Mell C. I., 2015 ; Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006 ; Williamson K. S., 2003).

C'est ainsi que l'on constate qu'un certain nombre de principes agissent comme étant les fondations du concept d'IV.

1 - Premièrement, il y a la notion de connectivité entre différents endroits. Ceci met en avant la notion de réseau qui permet la migration et le mouvement en connectant un certain nombre de systèmes. (Farina, 1998 ; Mell C. I., 2015 ; Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006).

2 - Deuxièmement, il y a la notion de planification, car les IV impliquent des espaces verts et des systèmes naturels qui doivent être activement protégés, gérés, aménagés, et dans certains cas restaurés.

Ces actions, pour être complémentaires, doivent être appliquées à une multitude d'échelles spatiales. En effet, celles-ci peuvent être réfléchies au niveau national, de manière à avoir une réflexion globale et une intégration dans un réseau écologique plus vaste en reliant différents écosystèmes. Mais, cette réflexion peut aussi être réalisée de manière locale pour une application beaucoup plus détaillée et concrète, pour se rapprocher le plus possible des processus écologiques (Mell C. I., 2015 ; Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006 ; Williamson K. S., 2003).

3 - Troisièmement, il y a la notion de soutien, les IV jouent alors le rôle de cadre ou de structure d'accueil, pour la conservation et le maintien des populations, des processus et des principes qui les composent (Mell C. I., 2015 ; Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006 ; Williamson K. S., 2003).

4 - Quatrièmement, il y a la notion de multifonctionnalités, car les IV ont comme objectif d'être utile à une multitude de communautés. En effet, la base du concept est d'encourager des pratiques de gestion des terres de manière positive pour la nature et l'Homme. Bien que l'homme soit pris en compte, celui-ci reste secondaire. Car, si un espace n'est pas bénéfique à l'environnement, il n'est pas considéré comme une IV. Elles sont propices à la cohabitation constructive entre les milieux naturels et anthropiques, pour un développement urbain en symbiose avec l'environnement (Mell C. I., 2015 ; Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006 ; Williamson K. S., 2003).

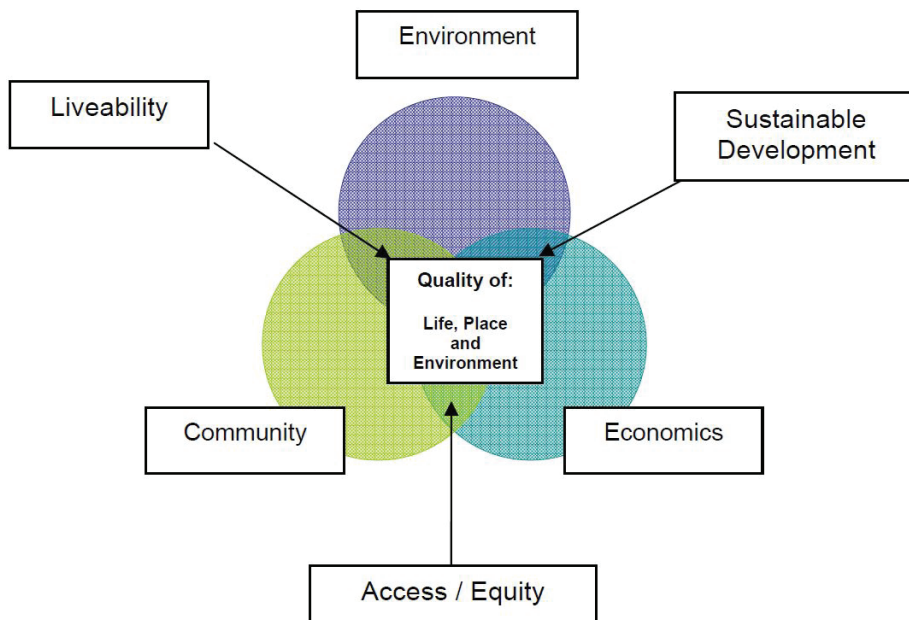
5 - Cinquièmement, elles ont le potentiel d'agir comme points d'accès à des ressources naturelles ou des espaces dédiés à l'accueil de processus écologiques, pour les systèmes environnementaux. Elles permettent la mise à disposition de terres, la conservation, la gestion de l'eau et le maintien de sa qualité. Le contrôle du réchauffement climatique, la séquestration du carbone et une atmosphère plus propre (Mell C. I., 2015 ; Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006 ; Williamson K. S., 2003).

6 - Sixièmement, il y a l'objectif premier, qui est la capacité des IV à soutenir le fonctionnement des écosystèmes, la biodiversité qu'ils accueillent, ainsi que tous les processus qu'il génèrent. L'objectif est de protéger et de favoriser les populations par la création d'habitats et de zones de développement (Mell C. I., 2015 ; Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006 ; Williamson K. S., 2003).

7 - Pour finir et comme un second objectif, il y a le soutien des IV pour le bien être humain. Cela au travers du maintien d'un cadre de vie agréable, esthétique qui favorise les intégrations sociales par la mise en place d'activités tout en conservant des valeurs et des fonctions de soutien à la production et à l'économie. Le tout permet un développement urbain durable en lien avec l'environnement (Mell C. I., 2015 ; Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006 ; Williamson K. S., 2003).

Les IV sont donc un concept général mettant en application une multitude de domaines, qui vont engendrer un environnement de vie durable, propice à toutes les populations (Figure 2.9), (Farina, 1998 ; Mell C. I., 2015 ; Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006 ; Williamson K. S., 2003 ; Shafter et al., 2000).

Figure 2.10 : Système des composants et de leurs interactions, qui participent à rendre un espace de qualité et durable (Shafter et al., 2000). Ce schéma montre comment les interactions entre l'environnement, l'économie et les communautés engendrent un espace viable, accessible et participant au développement durable.



2.3.6 - La planification des IV, fondation pour un développement des villes :

Figure 1- Sustainability Pyramid

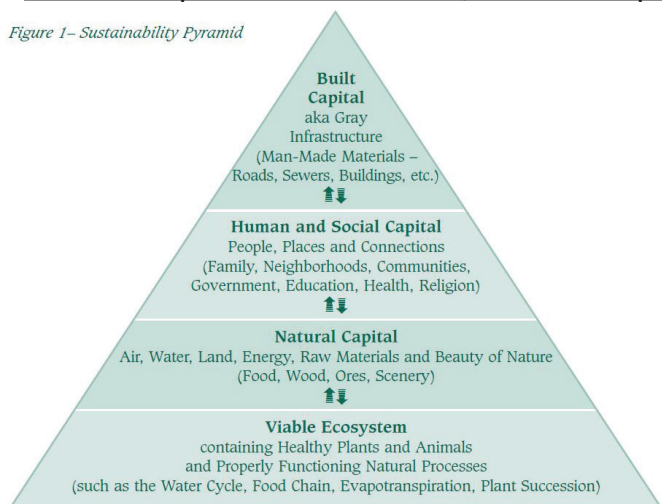


Figure 2.11 : Pyramide de la durabilité définie, selon Williamson, le classement de différents composants des villes et comment les IV et les écosystèmes devraient être considérés comme les fondations de leurs croissances (Williamson K. S., 2003).

doivent être au cœur du développement des villes émergentes. Leur fonctionnement, les processus écologiques qu'elles génèrent et leur soutien aux populations doivent être pris en considération, comme charpente, au développement urbain. La ville doit naître de ces infrastructures et s'adapter pour les soutenir, tout l'inverse du système britannique qui lui met les IV comme support aux villes.

L'Afrique est en plein dans sa transition démographique (UN Population Division, 2018) et transition urbaine (Kessides C., 2006), les villes africaines ne sont qu'au début de leur croissance et vont encore connaître de nombreuses transformations. Elles ont donc l'opportunité d'anticiper l'intégration des IV et ainsi bénéficier de tous les avantages que celles-ci amènent. Une meilleure gestion de l'eau, moins de pollution, réduire la pauvreté à l'aide de leur capacité de production, accéder à de nombreux processus écologiques. Il est important qu'elles ne ratent pas cette opportunité (CLUVA, 2013 ; Molla, 2015). Dans les pays du Nord, beaucoup de villes sont obligées de revoir ou détruire pour reconstruire leurs aménagements pour qu'ils puissent soutenir un développement durable.

2.3.7 - La structure d'une IV et tout ce qui peut la composer :

Le concept d'IV se structure autour d'un schéma spatiale repris dans la figure 2.11.

HUBS : Permet d'ancrer le réseau de IV et fournit des espaces pour le développement des plantes natives et les communautés animales. Ils sont des points d'origines ou une destination pour la faune, la flore, les habitants et les procédés écologiques qui se déplacent à travers le système.

Les Hubs possèdent toutes sortes de formes et de tailles, ils peuvent être composés de réserves naturelles, de zones protégées comme les parcs nationaux ou les refuges pour la faune et la flore. Il y a aussi les terres publiques comme les carrières ou les forêts dédiées à la sylviculture, tout comme celles conservées pour leurs valeurs naturelles ou récréatives. Les espaces verts privés ou publics comme les parcs peuvent aussi être considérés comme tel, à partir du moment où les processus et caractéristiques naturelles sont conservées ou restaurées (Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006 ; Williamson K. S., 2003) (figure 2.11).

SITES : Plus petit que des HUBS, ils ne sont pas interconnectés avec le réseau, mais comme les autres composants, ils participent à la valorisation écologique et sociale, en protégeant des habitats, en créant des espaces de loisirs et de détente basés sur la nature (Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006 ; Williamson K. S., 2003) (figure 2.11).

LINKS : Ce sont des connections qui lient les systèmes ensemble. Elles ont des objectifs de régulation, de migration, de conduit biologique, d'habitat et de développement des écosystèmes. Ils peuvent aussi être considérés comme des espaces d'activités extérieures pour les populations.

Pour Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006 les IV nécessitent un processus qui met en valeur une approche méthodique et stratégique pour leur application, sur le territoire, au travers de la conservation de terres. Pour être le plus pertinent possible, il faut une anticipation de la croissance, pour identifier à l'avance les futures terres qui nécessiteront d'être conservées ou restaurées et ainsi définir l'emplacement des zones de développement urbain.

Cette pyramide de la durabilité, figure 2.10, montre, selon Karen S. Williamson, comment un écosystème viable sert de fondation à notre société, en fournissant les ressources naturelles dont nous avons besoin pour soutenir nos systèmes humains et notre environnement artificiel. Une variété de processus naturels interagissent pour créer un environnement sain, nous permettant de récolter les aliments que nous mangeons et d'obtenir les matières premières pour construire nos communautés (Mell C. I., 2015 ; Williamson K. S., 2003).

Cette vision, place les IV comme fondation du développement humain, est en lien avec celle de John Abott. Pour lui, les IV

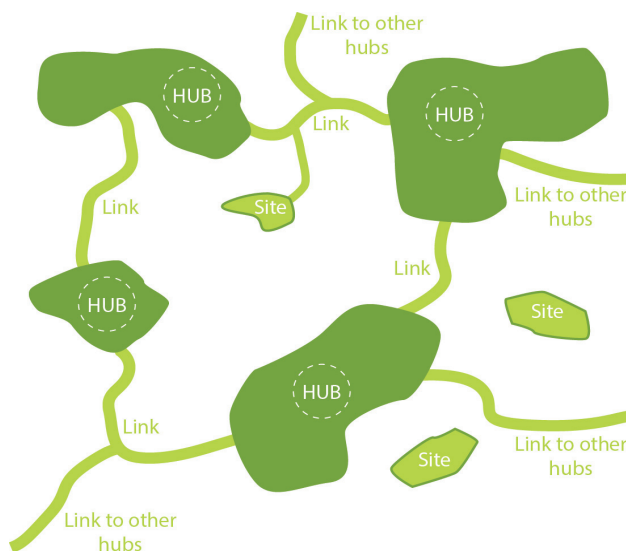


Figure 2.12 : Structure spatiale d'un réseau d'IV et comment il connecte les écosystèmes et les paysages entre eux à l'aide d'un système de Hubs, Links et Sites. Schéma personnel (inspiré de: Mell C. I., 2015 ; Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006 ; Williamson K. S., 2003).

Ces liens se développent en longueur, ils connectent des zones naturelles ou protégées, ainsi que des parcs. Ils mettent à disposition suffisamment d'espaces pour le développement d'espèces animales et végétales indigènes. Leur fonction de connexion participe grandement au développement du paysage. Ces corridors peuvent aussi fournir des espaces qui permettent la protection de sites historiques ou de mettre à disposition des espaces de récréation. Ces espaces peuvent être composés de corridors verts, de ceintures vertes ou de zones humides, de zones inondables et de cours d'eau. (Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006 ; Williamson K. S., 2003) (figure 2.11).

Selon Mark A. Benedict and Edward T. McMahon, les IV peuvent être composées d'une multitude d'espaces. Comme des terres publiques, avec des zones boisées, de grandes forêts, des installations militaires, des espaces ouverts, des terres abandonnés, des plaines ou des terres en jachère. Il y a aussi, les paysages en lien avec des zones humides, composées de zones inondables, de ruisseaux, de rivières, de fleuves, de zones côtières et de marécages. On y trouve aussi les paysages fonctionnels, avec les terres pour l'agriculture, la sylviculture et la chasse. Les paysages de loisir, tel que les parcs, les terrains de golf et les parcours de golf. Il existe aussi les espaces verts libérés par les infrastructures comme les chemins de fer, les routes, les axes de transports et les industries.

En réalité, il est presque impossible de réaliser une liste exhaustive de tous les éléments qui composent les IV. La figure 2.4, ci-dessous, l'illustre parfaitement en montrant comment différents auteurs cherchent à y répondre. Comme pour la définition du concept d'IV, il existe une multitude de possibilité, rien n'est figé (Mell C. I., 2015).

L'analyse de l'environnement et son fonctionnement sont en réalité primordial pour définir ce qui constitue un réseau d'IV et ceci est propre à chaque lieu. La conception d'un réseau d'IV suggère la recherche du potentiel et des opportunités d'un lieu. Dans certaines situations, les terres possèdent des caractéristiques évidentes pour leur valeur de conservation. Dans d'autres cas, le réseau a besoin de compter sur des terres qui sont ou ont été affectées à d'autres fonctions. (Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006)

Name	Element	Function of form
Robert Brown	Soft landscapes	
Christine Conn	Forests, wetlands, floodplains, streams	Large blocks of at least 250 acres, corridors over 1100ft wide, high priority hubs
Cecil Konijnendijk	All green spaces. open space, water resources	Integrated networks,, multi-functional and beneficial spaces
Megan Lewis	Parks, nature preserves, conservation corridors, greenbelts, trees/forests, working landscapes, wetlands, riparian corridors, streams, rivers, lakes, wellhead recharge areas, green roofs, bike and pedestrian trails,	Corridors, links
Chris McGloin	Green open space, waterways	Corridors
Donna Murphy	Parks, gardens, woodlands, green corridors, waterways, street trees, open countryside	Corridors
Paul Selman	Public parks, roadside verges, planters, green roofs, green walls, community forests, city farms, derelict lands	Networks integrity and composition, corridors, hubs, links
Tom Tuner	Water	Corridors and linear routes
Ted Weber	Natural and restored native ecosystems, conserved natural areas, wetlands, woodlands, waterways, wildlife habitat, public and private conservation lands; working lands, forests, farms, and ranches, other protected open spaces.	Connected spaces, links, connectivity
Karen Williamson	Green belts, recycled land, open space, working lands, nature reserves	Hubs, corridors, links, interconnected

Tableau 2.4 : Les éléments qui composent les IV selon différents auteurs et leur fonction au sein de la structure générale du réseau d'IV. (Mell C. I., 2015).

2.3.8 - Les bénéfices d'une IV :

Des études publiées dans la revue « Science » mettent en lumière que la destruction d'habitats coûterait, au monde, l'équivalent de 250 milliards de dollars tous les ans. Un réseau global d'IV correctement conservé et fonctionnel pourraient donner des bénéfices annuels de plus de 4.4 trillions dollars (Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006). Les IV ont donc la capacité de fournir une série de services écosystémiques indispensables.

2.3.8.1 - Sociaux économiques :

• Santé et bien-être :

Les IV offrent l'opportunité aux populations de faire de l'exercice physique, de se détendre et d'avoir des interactions sociales. (Wodarczyk, 2007). Ceci permet de réduire le stress, l'obésité chronique, les problèmes de tension et l'isolement social. Il a été démontré qu'avoir accès à des espaces végétalisés de qualité, avait un effet positif chez des personnes issues de zones urbaines défavorisées (SDC, 2010). L'impact sur la qualité de l'eau et de l'aire possède aussi une influence sur la santé.

• Récréatif :

De nombreuses études prouvent que l'accès à des espaces ouverts et végétalisés met à disposition une variété d'espaces qui favorisent la pratique d'activités sportives et de loisirs. Le corridor végétalisé favorise l'utilisation de modes de déplacements doux. Ceci est aussi un atout pour la ville qui attire plus de visiteurs, ce qui a un impact sur l'économie et les activités proposées par la ville. (EFTEC, 2005 ; John, 2011).

• Économie d'énergie :

La consommation et la gestion de l'énergie sont devenues la base de l'économie actuelle, l'objectif étant de réduire au maximum sa consommation et les dépenses qui y sont liées. La végétation contribue grandement à la réduction des coûts énergétiques liés au refroidissement des bâtiments par leur efficacité énergétique individuelle, en réduisant les demandes de chauffage et de climatisation (Banking on Green, 2012). Une meilleure gestion de l'eau en évitant le ruissellement et en favorisant l'infiltration, permet de recharger les réserves en eau plus efficacement et donc de réduire l'importation d'eau et son transport, ce qui économise de l'énergie (Chau, 2012).

- **Educatif :**

Les IV sont aussi utilisées comme une ressource éducative, qui permet potentiellement d'améliorer les résultats scolaires (Molla, 2015). Mais aussi d'avoir un impact dans le développement de l'enfant au travers du jeu en extérieur au sein d'espaces diversifiés et stimulants, qui favorise les interactions avec l'environnement. (Niemelä et al., 2009). Les infrastructures vertes constituent une ressource locale précieuse pour les écoles et les parents pour enseigner aux enfants le développement durable, la conservation, les changements environnementaux, les plantes, les animaux et processus naturels (Okunlola, 2013). Par conséquent, l'IV est un instrument qui peut être utilisé par les populations, pour mieux connaître et comprendre l'environnement.

- **Economique et création d'emploi :**

Les IV possèdent un impact sur l'économie principalement de manière indirecte, elles possèdent une fonction stimulatrice pour la ville. Elles permettent de donner une meilleure image de la ville et donc d'attirer des investisseurs, des entreprises, mais aussi des visiteurs et habitants, ce qui favorise les activités en stimulant l'économie (NENW, 2008 ; Martin et al., 2013 ; Okunlola, 2013). Elles peuvent créer de nouveaux emplois directs et indirects, limiter l'impact des villes sur l'environnement et réduire leur coût d'exploitation (SURF, 2011). En réduisant les coûts de gestion de plusieurs phénomènes naturels. Par exemple, la gestion du ruissellement et donc des inondations, de la qualité de l'eau, du phénomène l'îlot de chaleur, la qualité de l'air ... (Molla, 2015). Les terres libérées par les IV offrent aussi la possibilité de production alimentaire à travers l'agriculture, ceci favorise les circuits courts et la création d'emplois. Dans les zones urbaines pauvres, où les achats alimentaires représentent une part importante des revenus d'un ménage, l'auto production peut aussi être utilisées pour la consommation domestique et constituer un moyen efficace de compléter les revenus, contribuant ainsi à la réduction de la pauvreté (Thomas, 2013 ; Molla, 2015).

2.3.8.2 - Réponse environnementale :

- **Biodiversité et écologie :**

Les IV sont importantes pour la conservation de la nature, car elles fournissent des habitats à un large éventail de flore et de faune (Thomas, 2013). Elles offrent aux villes des avantages écosystémiques allant du maintien de la biodiversité à la régulation du climat urbain (Bayram et al., 2012). De plus, elles offrent de bonnes possibilités de reconnecter les habitats qui avaient été séparés par le développement, créant ainsi un espace physique propice aux processus naturels (DDC, 2010). Cela aide à fournir le lien entre les zones urbaines et rurales, pouvant maintenir des populations viables d'espèces, qui autrement auraient disparu des environnements bâtis. De plus, elles fournissent de l'esthétisme, par des changements saisonniers et un lien avec la nature (Bayram et al., 2012). Il a été démontré au Nigéria que la présence d'IV fournit un environnement diversifié pour les hommes et la faune. Ce qui a amélioré la qualité environnementale de l'ensemble de la communauté (Okunlola, 2013).

- **Améliorer la qualité de l'air :**

La pollution de l'air est un problème environnemental majeur dans la plupart des villes du monde, elles contiennent le plus de particules en raison de l'abondance de véhicules motorisés (John, 2011). Les IV peuvent avoir un impact positif sur la qualité de l'air. La végétation qui les compose est capable de diminuer le dioxyde de carbone (CO₂), les oxydes d'azote (NO_x), l'ammoniac (NH₃), les particules (PM), le dioxyde de soufre (SO₂) et l'ozone (O₃) (Nowak et al., 2006 ; Bayram et al., 2012). La capacité à intercepter la pollution des arbres et de la végétation varie en fonction des espèces, tout en étant influencée par l'âge et la disposition des plantations (Martin, 2013). L'amélioration de la qualité de l'air permet de diminuer les risques de maladies respiratoires (Forest Research, 2010). Par contre, toute la végétation n'a pas cette capacité, certaines espèces pourraient avoir un impact négatif, par exemple au travers du pollen (Nowak et al., 2006).

- **Adaptation et réponse au changement climatique :**

Les IV ont la capacité d'atténuer les effets du changement climatique, tels que les inondations et l'effet d'îlot de chaleur. Ils fournissent des services écosystémiques efficaces, coûteux et qui sont difficiles à remplacer avec des solutions artificielles (DDC, 2010). Des études de modélisation des effets du changement climatique, indiquent que l'ajout de 10% d'espaces verts dans les zones urbaines à forte densité pourrait permettre aux villes de maintenir leur température estivale actuelle pour les 70 prochaines années (John, 2011). Une infrastructure verte peut aider les communautés à devenir plus résilientes aux probables impacts du changement climatique (Milly et al., 2012).

2.3.9 - La notion de paysage pour les IV :

Après avoir parcouru la notion d'IV, à travers la littérature, on constate que la notion de paysage est peu présente. De même, dans la littérature anglo-saxonne le terme « Landscape » est souvent utilisé pour désigner la notion d'espace, de manière similaire au terme espace vert, ou espace ouvert.

Le type de paysage qu'elles génèrent, les ambiances et la manière dont leur composition peut influencer l'espace sont très peu abordés. Il existe très peu de méthodes permettant de réellement comprendre ce qu'elles apportent d'un point de vue paysager à la ville. Ce travail cherche donc à définir le type de paysage qui compose des espaces qui semblent être des IV, dans une ville subtropicale en développement.

3 - Présentation du site d'étude :

3.1. - La ville de Lubumbashi : un pôle démographique et économique :

La ville de Lubumbashi est la deuxième ville de la République Démocratique du Congo en termes de population et d'économie avec 1 750 000 habitants (2015). Elle se situe au Sud-Est du pays et est le chef-lieu de la province du Haut-Katanga. Elle s'étend sur une surface de 747 Km² (la totalité n'étant pas entièrement urbanisée) et est composée de plus de quarante quartiers qui sont dispersés sur sept communes : les communes de Lubumbashi, de Kampemba, de Kamalondo, de la Katuba, de Kenya, de Ruashi et la commune Annexe (figure 3.3) (Yannick U. S., 2017).



Figure 3.1 : Carte de l'Afrique et géolocalisation de la République démocratique du Congo (Larousse, 2018 : <https://www.larousse.fr/encyclopedie/cartes/Afrique/1306001>).



Figure 3.2 : Carte République démocratique du Congo et géolocalisation de Lubumbashi (Larousse, 2018 : https://www.larousse.fr/encyclopedie/cartes/R%C3%A9publique_d%C3%A9mocratique_du_Congo/1306044).

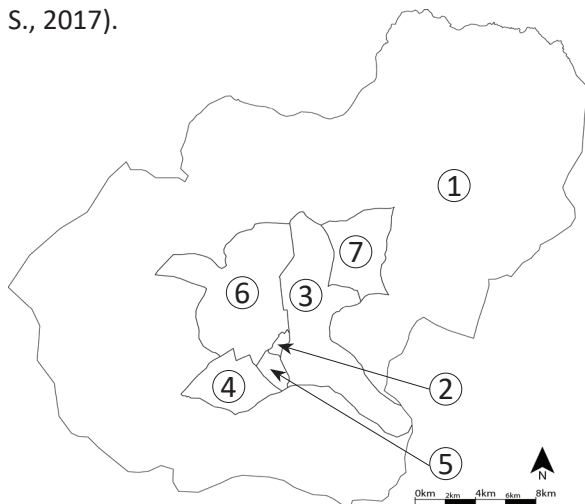


Figure 3.3 : Carte représentant les 7 communes de Lubumbashi, 1 : commune Annexe ; 2 : commune Kamalondo ; 3 : commune Kampemba ; 4 : commune Katuba ; 5 : commune Kenya ; 6 : commune Lubumbashi ; 7. Schéma personnel (inspiré de Yannick U. S., 2017).

3.2 - Évolution de la ville :

Lors de sa fondation en 1910 par les Belges, la ville portait le nom de Elisabethville, elle fut renommée Lubumbashi en 1965. Ce sont les richesses minières de la région qui ont engendré la création de la ville, celle-ci est vite devenue un pôle économique attractif pour les populations générant une croissance rapide sur une courte période (figure 5.2) :

-A ses débuts, la ville comptait 6 000 habitants.

-En 1923, la population atteignait les 16 000 habitants pour une surface de 3,75 km².

-De nos jours, la population est de 1,7 millions avec une surface urbanisée de 169,7 km².

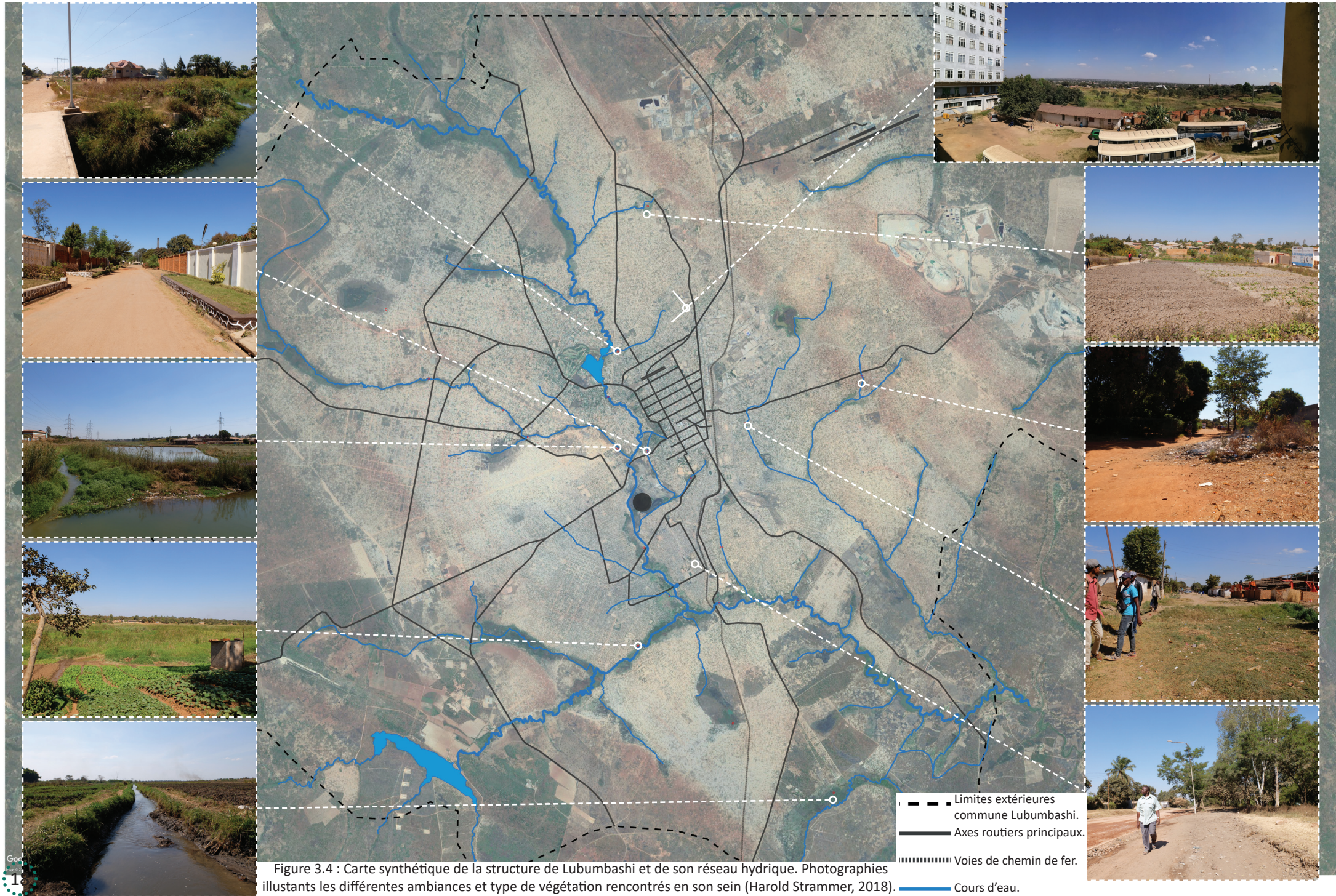
Cette croissance rapide, de la ville, a engendré un développement horizontal, ce qui signifie qu'elle est majoritairement composée de maisons quatre façades plain-pied presque toutes entourées d'une parcelle murée. Ce type d'urbanisation entraîne une consommation de l'espace extrêmement élevée.

De plus, l'urbanisation en périphérie de la ville se développe de manière anarchique, sans aucun plan d'aménagement de l'espace. Cela induit la construction de maisons dans des espaces non appropriés à cette fonction (espaces verts, zones inondables, espaces publics ...). La ville ne contrôle plus sa croissance, ce qui engendre des problèmes d'accès aux services publics en tous genres (eau, électricité, routes ...).

3.3 - Végétation :

Face à cette croissance incontrôlée, il serait possible d'imaginer une ville possédant peu de végétation. Ce n'est pourtant pas le cas. En effet, la présence de parcelles plantées pour un grand nombre d'habitations engendre le développement d'une ville verdoyante (figure 3.4). Cependant, cette configuration a pour conséquence une privatisation de ces espaces verts. Ajoutons que le développement urbain a un très fort impact sur la végétation naturelle qui entoure la ville. A sa création, elle était encerclée par 90% de forêt claire, de nos jours, la déforestation, générée par la fabrication de makala (charbon de bois), a complètement anthropisé ces espaces.

Cette déforestation se fait aussi ressentir au sein de la ville. En effet, beaucoup d'arbres indigènes sont abattus pour les mêmes raisons et lorsqu'il y a reboisement il est au profit d'espèces exotiques.



3.4 - Climat :

Selon la classification de Köppen, la ville possède un climat de type Cw6, c'est-à-dire, tropical humide. Il y a donc deux saisons, définies par une saison des pluies de Novembre à Mars et une saison sèche de Mai à Septembre, les mois de transition sont d'Octobre et Avril.

En termes des températures, le climat se caractérise par une moyenne annuelle de l'ordre de 20°C. Les températures les plus basses sont ressenties au début et à la fin de la saison sèche avec des moyennes de 15.6°C en Juillet et de 16.2°C en Juin. Les plus hautes températures sont ressenties en Octobre et en Novembre avec des moyennes de 31°C à 33°C.

Cependant, l'effet des îlots de chaleur généré par l'urbanisation et le phénomène de réchauffement climatique, ces températures sont revues à la hausse.

3.5 - Hydrographie :

La ville de Lubumbashi est parcourue par une série de cours d'eau, d'importances variables. Deux des principaux cours d'eau la traversant sont : la rivière Kafubu au Sud et son affluent principal, la rivière Lubumbashi au Nord. Les autres rivières sont Luswishi, Kimbembe, Ruashi, Karavia, Munua, Munama, Katuba, Kasapa, Kalubwe, Tshamalale, Kabulameshi et Kampemba. Celles-ci sont réparties sur quatre grands bassins hydrographiques, le bassin de la Luiswishi au Nord-Est, le bassin de la Lubumbashi au Nord-Ouest, le bassin de la Ruashi à l'Est, et enfin celui de la Munama au Sud (figure 3.4).

De plus, le lac artificiel Kipopo, situé le long de la rivière Lubumbashi, d'une superficie de 40ha, est une retenue d'eau. Lorsque l'on porte attention au nom des cours d'eau, on constate que, ceux-ci jouent un rôle important au niveau de la toponymie des lieux, mais aussi, au niveau de la délimitation des limites administratives entre les quartiers et les zones administratives.

Le réseau hydrique de la ville est constitué principalement de rivières de petites tailles et aucunes d'entre elles n'est navigable ou utilisable pour une réelle production hydroélectrique. Pourtant, ce réseau est l'un des derniers reliquats possédant un véritable patrimoine écologique et humide pour une ville extrêmement polluée. En effet, la plupart de ces cours d'eau possèdent aussi la fonction d'égouts à ciel ouvert et sont l'exutoire d'une grande partie des déchets de la ville. Par exemple, toutes les eaux usées s'y déversent sans aucun traitement.

De plus, la présence des saisons humides et sèches induit de très fortes variations de débit. En effet, en saison sèche, certains cours d'eau seront complètement asséchés, alors qu'en saison des pluies certaines zones de la ville connaîtront de très fortes inondations.

4 - Stratégie globale :

Ce travail a comme hypothèse :

- Les couloirs de végétation ont le statut ou le potentiel d'être définis comme des Infrastructures Vertes.

Pour y répondre 4 objectifs seront développés et définiront une approche se structurant autour de 4 grandes parties :

- La première partie cherche à définir une cartographie des couloirs de végétation au sein de la ville. Elle sera réalisée au travers de vues aériennes et permettra la mise en place de points d'observation.
- La deuxième partie, à l'aide de ces points d'observation, va permettre de réaliser une analyse photographique pour chacun d'entre eux et ainsi définir leurs compositions. Cette dernière mettra en valeur les grandes tendances paysagères que les IV génèrent.
- La troisième partie, sur base de ces tendances paysagères, cherche à définir avec plus de précision les paysages présents au sein des IV. Ceci se basera sur une analyse de la structure de ces paysages et à partir de ces derniers d'identifier les interactions que les IV possèdent avec la ville de Lubumbashi.
- La quatrième partie synthétise les trois objectifs précédents et définit si ces couloirs possèdent les caractéristiques qui permettent de réellement avoir le statut d'infrastructures vertes.

5 - PARTIE 1 : Cartographie des couloirs de végétation:

5.1 - Méthodologie : Mise en valeur des IV au sein de la ville.

5.1.1 – Méthode pour la création de la cartographie des IV

Le constat d'un réseau interconnecté de corridors verts qui parcourt la ville de Lubumbashi, est inspiré des travaux et des cartographies réalisées par plusieurs professeurs.

Le premier est celui de Munyemba K.F. & Bogaert J., intitulé « Anthropisation et dynamique de l'occupation du sol dans la région de Lubumbashi de 1956 à 2009 » (Munyemba K.F. & Bogaert J., 2014), qui à l'aide de leurs cartes sur la végétation et autres occupations du sol de la ville de Lubumbashi en 2009 (Munyemba K.F. & Bogaert J., 2014), mettent en valeur un réseau d'IV (figure 5.1). Ces dernières sont identifiées par plusieurs classes d'occupation du sol et leur présence est mise en valeur par l'interconnectivité des classes de l'eau, de la forêt claire, de la savane boisée arbustive, de la savane herbeuse et des marécages.

Le deuxième est celui de Yannick U. S. qui, au travers de son travail « Analyse spatio-temporelle des dynamiques d'anthropisation paysagère le long du gradient urbain-rural de la ville de Lubumbashi (Haut-Katanga, République Démocratique du Congo) » (Yannick U. S., 2017), souligne la présence de corridors marécageux, à l'aide de ses cartographies de l'occupation du sol à Lubumbashi entre 2002 et 2008 (Yannick U. S., 2017). Ces cartes, composées de deux types d'occupation du sol : classe anthropique et classe naturelle font apparaître un réseau d'IV (figure 5.2).

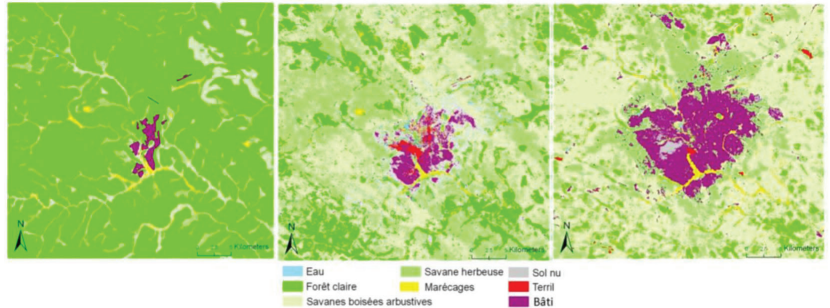


Figure 5.1 : « Cartes de la végétation et autres occupations du sol de la région d'Elisabethville en 1956 à gauche. Au milieu, la carte de la région de Lubumbashi de 1984 et à droite, la carte de 2009 » (Munyemba & Bogaert, 2014). Met en valeur les couloirs de végétation au sein de la ville de Lubumbashi.

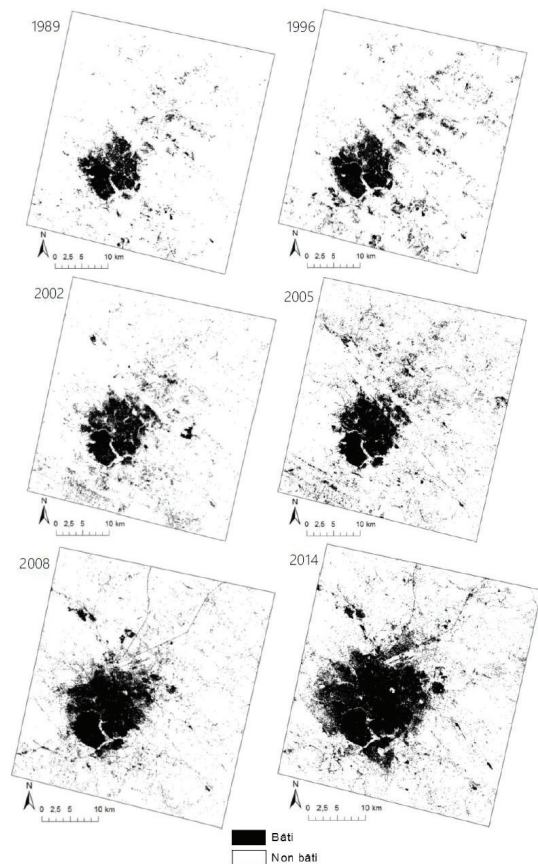


Figure 5.2 : « Cartes d'occupation du sol de la ville de Lubumbashi et sa zone périphérique issues de la classification supervisée des images SPOT de 1989, 1996, 2002, 2005, 2008 et 2014 par l'algorithme de maximum de vraisemblance » (Yannick U. S., 2017). Met en valeur les couloirs de végétation au sein de la ville de Lubumbashi.

Le dernier travail est celui de Vranken I. dans sa recherche « Pollution et contamination des sols due à l'industrie métallurgique à Lubumbashi (RDC): empreinte écologique, impact paysager, pistes de gestion » (Vranken I., 2010) qui, au travers d'un schéma synthétique de Lubumbashi (Vranken I., 2010), met en valeur la présence de ces corridors (figure 5.3).

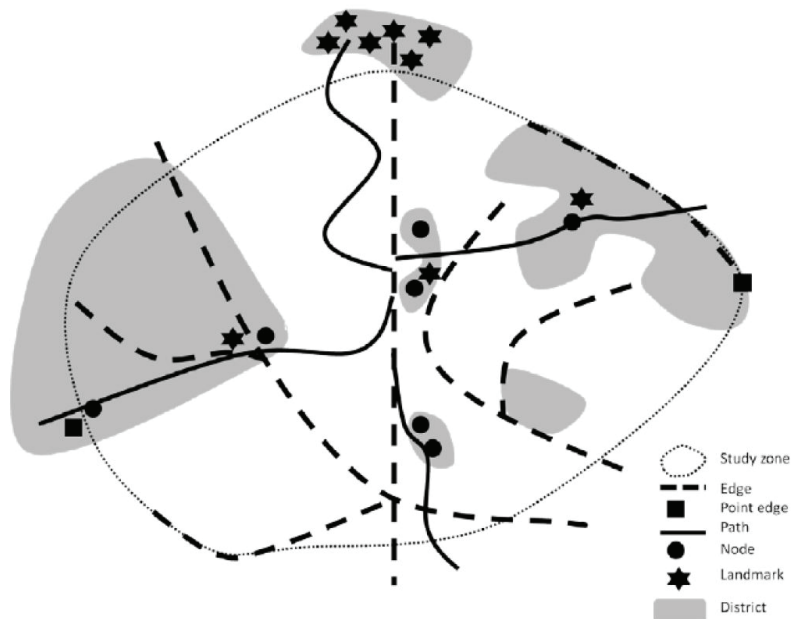


Figure 5.3 : Schéma synthétique reprenant la structure de Lubumbashi au travers de la méthodologie de Kevin Lynch (Vranken I., 2010). Met en valeur les couloirs de végétation au sein de la ville de Lubumbashi.

La création de la cartographie et l'identification des tendances générales de ces couloirs de végétation seront influencées par ces travaux (Figure 5.1, 5.2, 5.3). Cependant, leur manque de précision à grande échelle, induira que cette cartographie sera complétée à partir des vues aériennes provenant du programme Google Earth et le tracé des limites grâce aux différentes fonctionnalités du programme.

La définition de ces limites se basera sur des critères visuels. L'occupation du sol au cœur des IV sera comparée avec les espaces adjacents.

Lorsque le milieu est similaire à celui visible au sein de IV, il sera considéré comme faisant partie de ces dernières. La limite sera donc déplacée jusqu'à l'observation d'une différence.

Lorsque le milieu rencontré différera de celui au cœur de l'IV, la limite sera placée à l'endroit du changement.



Couloirs schématiques de végétation

Figure 5.4 : Pour la présentation de la suite de la méthodologie, exemple de ce à quoi la cartographie des IV pourrait ressembler, non représentatif des résultats (Harold Strammer, 2018).

5.1.2 - Placement des points d'observation :

Ce schéma sera utilisé comme support dans le placement de points d'observation. Ces derniers sont nécessaires pour définir les différents sites d'étude qui permettront d'analyser la nature des IV et définir les paysages qui les constituent. L'objectif est d'arriver à un échantillonnage, le plus large, le plus complet et le plus représentatif possible de ces espaces. Le placement des points a été effectué de façon à pouvoir couvrir de manière homogène les principaux corridors identifiés sur le schéma ci-dessus figure 5.5. Leur disposition, le long des corridors, respecte une distance égale entre chaque point. Au final, ce n'est pas moins de 26 points qui auront été définis. Le placement des points à l'intérieur des corridors se fera à équidistance de sa largeur voir figure 5.5.

5.1.3 - Un lien entre éloignement des IV par rapport au centre et la taille des IV :

Une fois les points d'observation placés, la largeur des IV et leur éloignement, par rapport au centre-ville, seront définis et analysés. Cela permettra d'observer si ces données possèdent un impact sur les caractéristiques paysagères des IV. Mais aussi, d'examiner si elles ne sont pas liées et si elles s'influencent l'une sur l'autre. Une interrelation qui pourrait se traduire, par exemple, par les IV plus larges au plus on s'éloigne du centre ville.

La largeur des IV sera défini à l'aide d'un transect, placé au niveau du point d'observation. Elle correspond à la distance qu'il y a entre les deux limites, définies précédemment.

Pour mesurer l'éloignement des points d'observation par rapport au centre, il faudra, tout d'abord, définir le point qui sera défini comme centre de Lubumbashi. Celui-ci, sera situé en fonction de l'expérience vécue sur le terrain et des différents contacts obtenue avec la population. Une fois défini, sa distance avec tous les points d'observation sera alors mesurée.

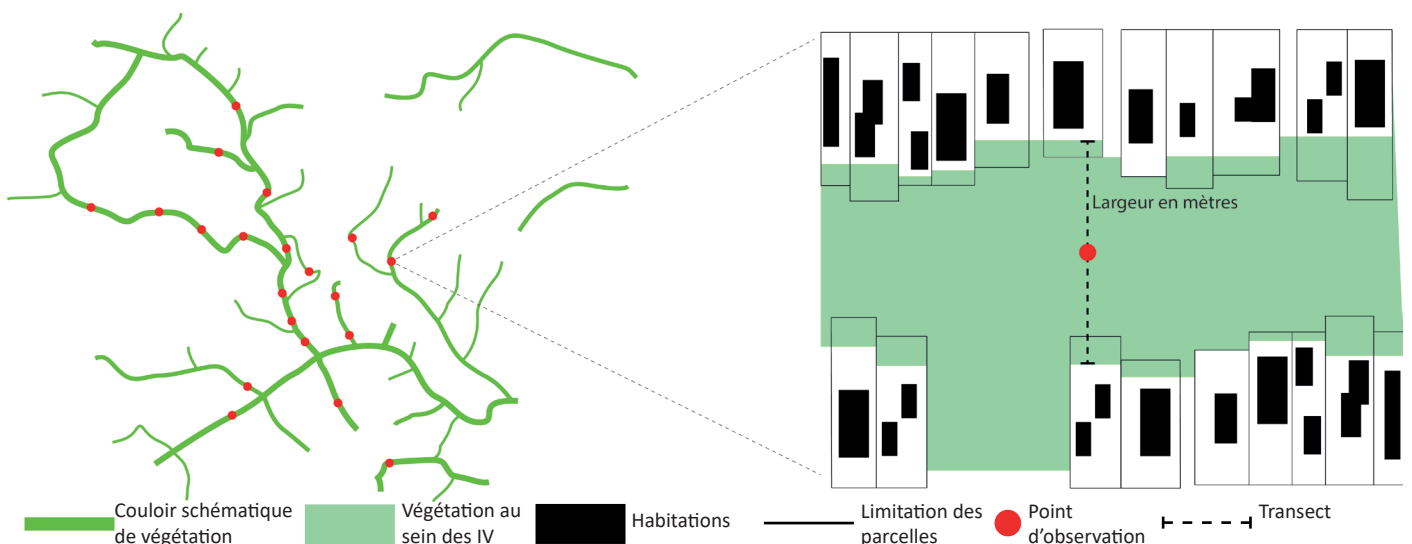


Figure 5.5 : Ce schéma montre comment les points d'observation sont placés au sein des IV, la présence de bâti induit leurs limites (Harold Strammer, 2018).

5.2 - Résultats : Mise en valeur des IV au sein de la ville.

5.2.1 - Cartographie des IV :

L'analyse des différents travaux réalisés sur les espaces végétalisés de la ville de Lubumbashi et l'observation de vues aériennes, via le programme Google Earth (figure 5.6), ont mené à la production de la cartographie ci-dessous (figure 5.7).

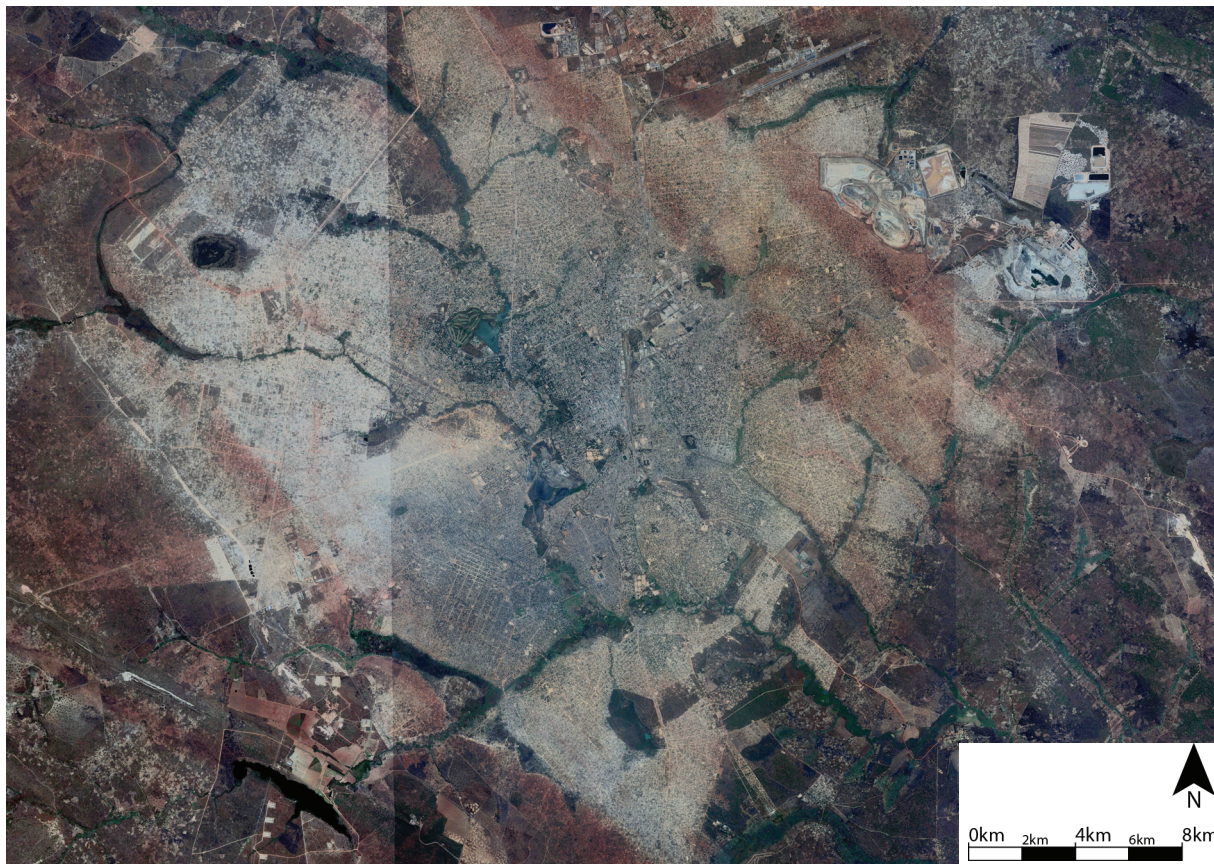


Figure 5.6 : Vue aérienne de Lubumbashi, qui met en valeur un réseau de couloirs végétalisés (Google Earth 2018).

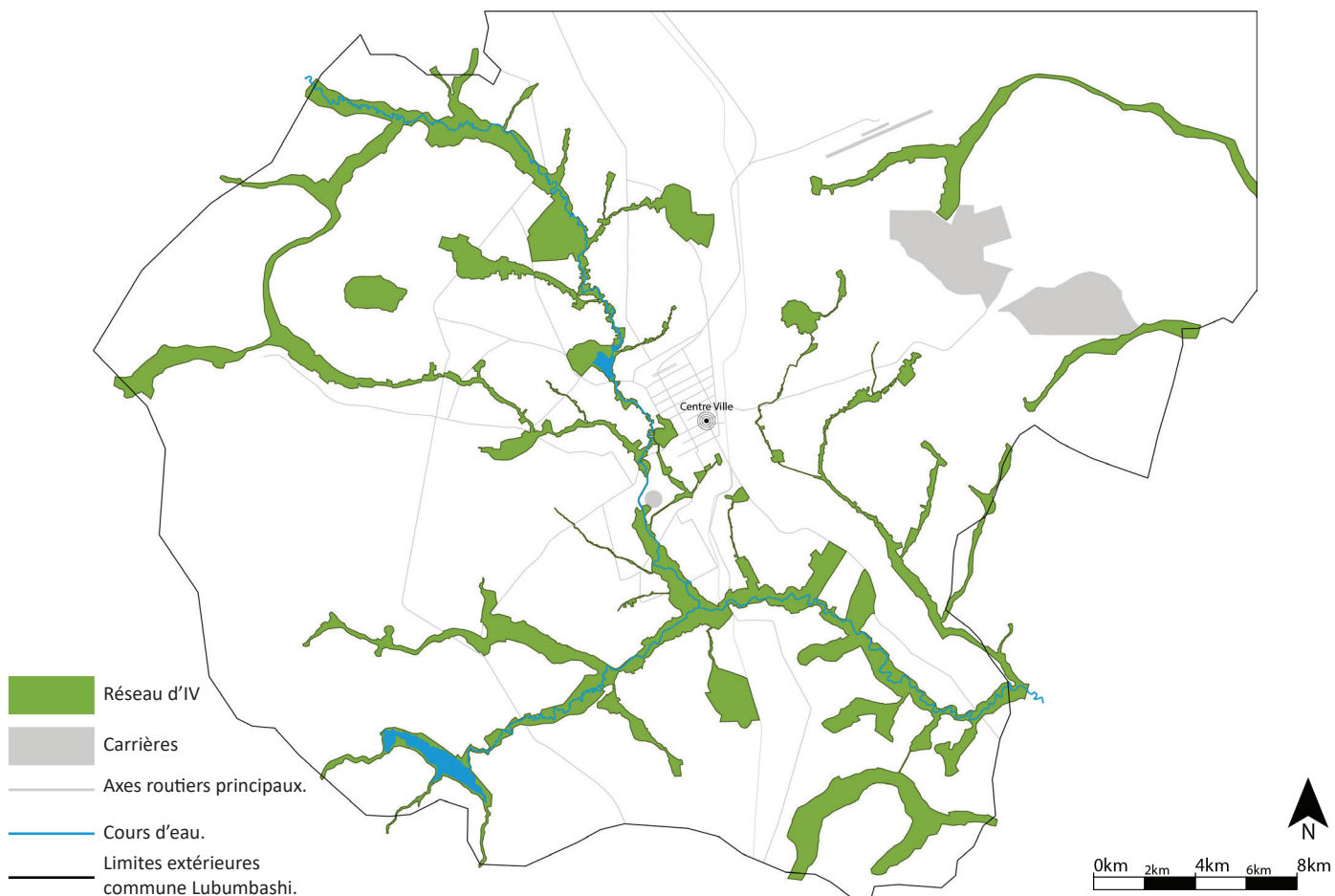


Figure 5.7 : Cartographie schématique des IV (Harold Strammer, 2018).

5.2.2 - Un réseau d'IV :

Cette cartographie permet d'avoir une vision globale, à l'échelle de la ville de Lubumbashi, de la structure des IV. On constate qu'elles sont principalement composées d'éléments linéaires qui semblent connectés entre eux. De plus, ils posséderaient des liens avec les milieux semi-naturels en périphérie de la ville.

Cette cartographie (figure 5.7) permet d'identifier, pour la première fois, un réseau interconnecté d'IV parcourant l'entièreté de la ville.

La création de cette cartographie a conduit à une observation méticuleuse de l'ensemble de ce réseau au travers de vues aériennes. Celle-ci a montré qu'il était possible que ces IV soient composées d'une multitude de milieux, principalement végétalisés. Ci-dessous, un échantillon de vues aériennes qui mettent en valeur cette probable diversité qui semble se trouver au sein des différentes IV (figure 5.8, 5.9, 5.10).



Figure 5.8 : Vue aérienne d'une IV à Lubumbashi dans un milieu fortement urbanisé (Google Earth 2018).



Figure 5.9 : Vue aérienne d'une IV à Lubumbashi dans un milieu moyennement urbanisé (Google Earth 2018).



Figure 5.10 : Vue aérienne d'une IV à Lubumbashi dans un milieu faiblement urbanisé (Google Earth 2018).

Cette observation conduit à une série de questionnements quant à leur composition, aux types de paysages qu'elles génèrent, leurs fonctions dans la ville et leurs interactions avec ces dernières. De manière à mieux comprendre ce qu'elles représentent réellement.

5.2.3 - L'implantation des IV dans la ville.

La conception de cette cartographie a aussi fait apparaître un questionnement quant à l'identification des limites de ces IV. En effet, il a fallu définir le point de transition entre le milieu végétalisé, qui les constitue et le milieu urbain adjacent.

Au travers des vues aériennes, une diversité de transitions (floues, marquées et nettes) entre ces deux milieux, ont pu être identifiées et ont fait apparaître différents types de limites. Cette partie illustre un échantillon des différentes situations rencontrées lors de la conception de cette cartographie (figure 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15, 5.16).

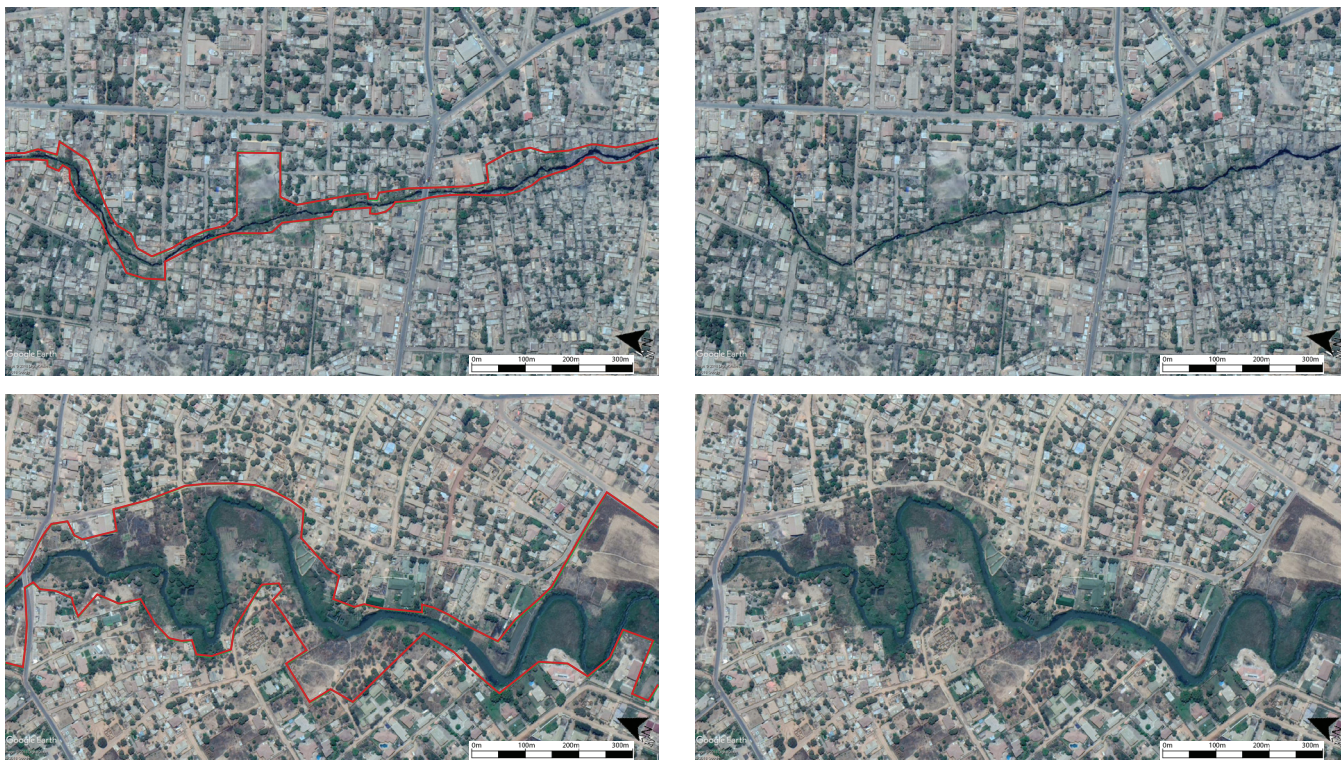


Figure 5.11 : Vues à petite échelle du placement des limites pour les IV dans un milieu fortement urbanisé. (Google Earth 2018).

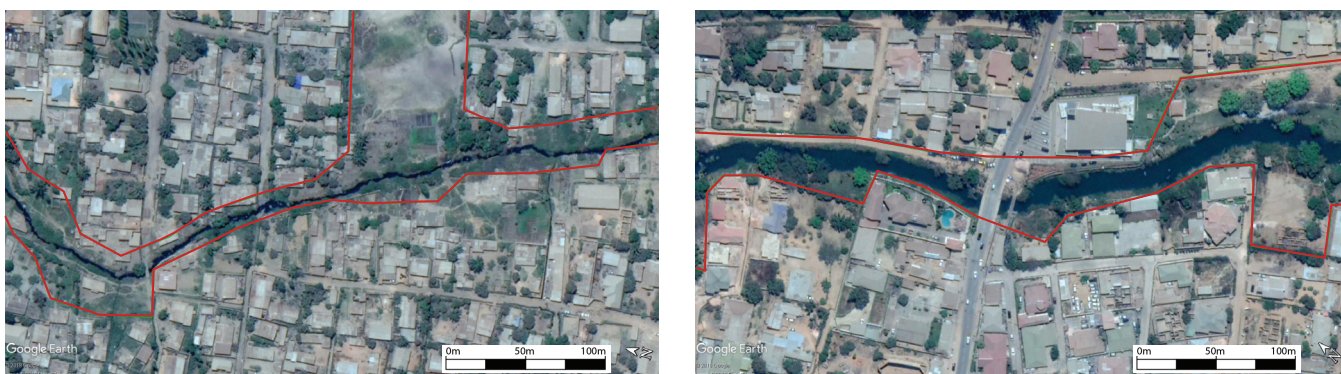


Figure 5.12 : Vues à grande échelle du placement des limites pour les IV dans un milieu fortement urbanisé (Google Earth 2018).

Dans les zones proches du centre-ville, lorsque l'on observe à petites échelles, les vues aériennes illustrent les situations où les IV se trouvent dans un contexte urbain dense et où la limite pourrait être facilement identifiable. La rupture qui se dessine entre les deux milieux est plutôt nette (figure 5.11).

Cependant, lorsqu'on observe à plus grande échelle, on remarque qu'elles sont plus difficilement identifiables. En effet, une forme d'interrelation avec le milieu urbain rend la limite plus floue: on constate que la végétation de l'IV et celle peuplant certaines parcelles sont entremêlées. (figure 5.12).

Dans cette situation, il a été décidé de placer les limites en fonction de la densité de la végétation et de l'urbanisation, la présence d'habitation étant considéré comme un élément limitant.

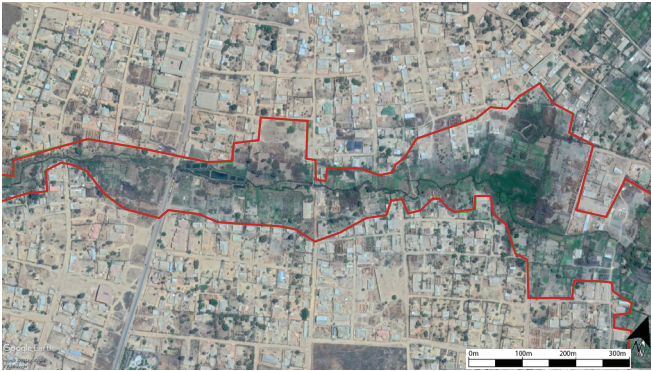
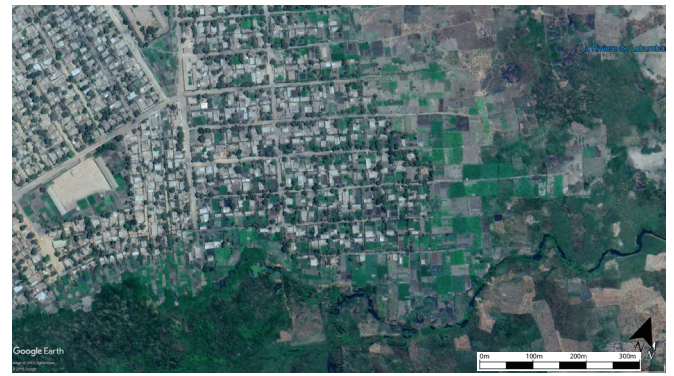
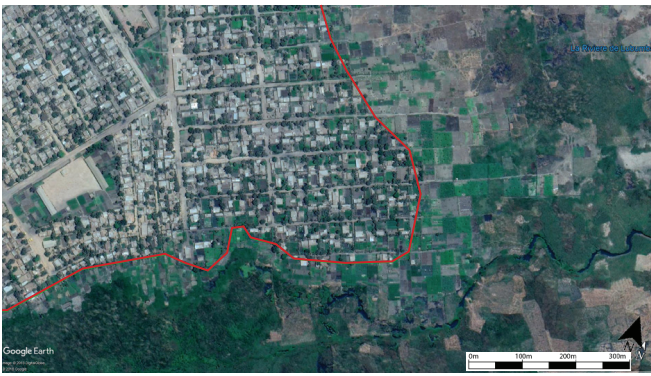


Figure 5.13 : Vues à petite échelle du placement des limites pour les IV dans un milieu moyennement urbanisé. (Google Earth 2018).

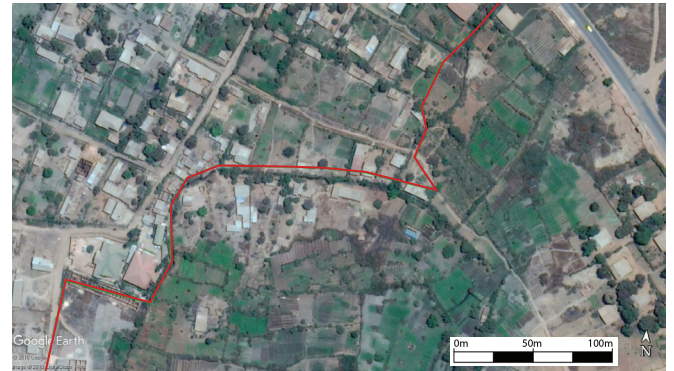


Figure 5.14 : Vues à grande échelle du placement des limites pour les IV dans un milieu moyennement urbanisé (Google Earth 2018).

Dans les zones plus éloignées du centre-ville, à petite échelle, les IV semblent être dans un contexte urbain moins dense et les limites sont plus difficilement identifiables. On remarque, une plus forte présence de végétation dans les zones urbaines adjacentes (figure 5.13).

A grande échelle, la limite est encore plus difficile à identifier car les milieux végétal et urbain paraissent totalement enchevêtrés (figure 5.14).

Ici la limite a été placée en fonction de la présence d'urbanisation, dans cette situation c'est aussi un possible changement de végétation qui a été identifiée comme frontière.



Figure 5.15 : Vues à grande échelle du placement des limites pour les IV dans un milieu faiblement urbanisé (Google Earth 2018).



Figure 5.15 : Vues à grande échelle du placement des limites pour les IV dans un milieu faiblement urbanisé (Google Earth 2018).



Figure 5.16 : Vues à grande échelle du placement des limites pour les IV dans un milieu faiblement urbanisé (Google Earth 2018).

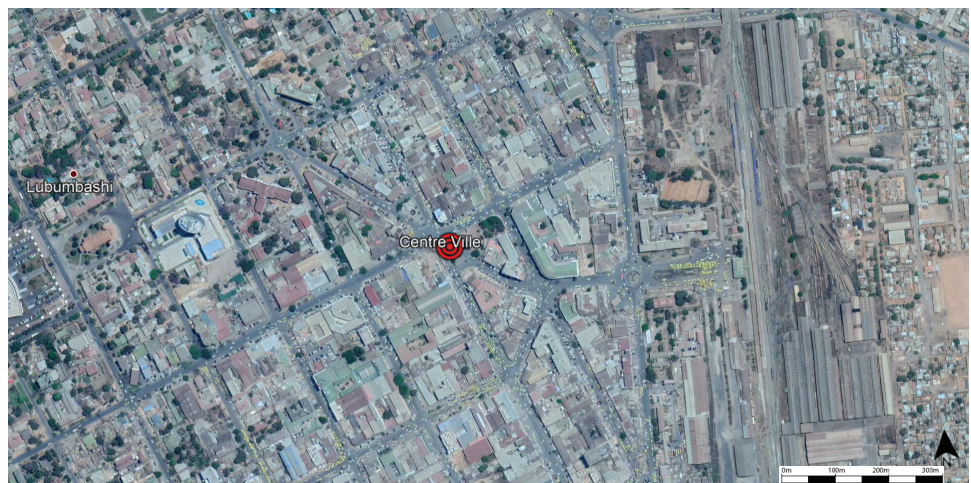
En périphérie de la ville, ces prises de vue sont situées dans un contexte urbain quasi inexistant, ceci rend la détermination des limites extrêmement difficile. A grande échelle, les limites de l’IV sont difficiles voire impossibles à définir, on peut même se demander si les deux milieux sont encore présents. Dans cette situation, c’est ce qui semble être comme un changement de végétation ou la présence d’un cheminement, qui induit le placement de la limite (figure 5.15, 16).

Ces vues aériennes permettent de mettre en valeur la difficulté de placer, de manière juste, la frontière entre les deux milieux. On constate que, dans de nombreux cas, les zones minéralisées ou bâties et les IV semblent s’entremêler, rendant difficile la mise en place d’une limite franche.

Tous ces observations amènent à se demander, comment les frontières peuvent-elles se matérialiser sur le terrain et quels impacts ont-elles sur le paysage ?

5.2.4 - Placement des points d’observation :

Une série de points d’observation a été placée, suivant la méthodologie développée précédemment. La carte ci-dessous (figure 7.17) illustre la position des vingt-six points. Ces derniers permettent d’avoir un échantillonnage, le plus large possible, sur l’entièreté de la ville et ainsi mettre en valeur certaines tendances au sein des IV. Le point «centre-ville» a été placé au niveau de la placette située en face de la Poste. Après contacts avec la population, il semble être l’un des endroits de référence lorsque la notion de centralité est évoquée.



PO	Latitude	Longitude
PO02	11°36'32.78"S	27°28'22.00"E
PO05	11°38'11.59"S	27°27'33.74"E
PO06	11°38'48.56"S	27°27'53.31"E
PO10	11°40'19.35"S	27°27'53.14"E
PO11	11°41'52.04"S	27°28'18.10"E
PO12	11°42'36.83"S	27°28'42.68"E
PO13	11°42'43.98"S	27°29'30.26"E
PO14	11°41'51.47"S	27°29'32.35"E
PO15	11°42'40.29"S	27°30'45.26"E
PO16	11°43'23.47"S	27°28'12.88"E
PO18	11°43'13.45"S	27°25'42.47"E
PO21	11°44'36.18"S	27°29'43.23"E
PO22	11°36'8.66"S	27°26'31.34"E
PO23	11°37'28.59"S	27°25'31.80"E
PO24	11°37'46.11"S	27°26'43.86"E
PO26	11°39'43.28"S	27°26'3.81"E
PO28	11°40'8.46"S	27°26'27.87"E
PO29	11°39'13.93"S	27°24'53.06"E
PO31	11°38'9.31"S	27°24'12.60"E
PO37	11°39'55.92"S	27°29'54.90"E
PO41	11°39'44.15"S	27°31'21.99"E
PO47	11°40'46.67"S	27°29'2.89"E
PO49	11°40'22.07"S	27°28'21.56"E
PO51	11°39'11.81"S	27°31'46.05"E
PO55	11°39'30.97"S	27°27'43.95"E
PO60	11°45'40.71"S	27°31'19.27"E
Centre Ville	11°39'57.07"S	27°29'7.47"E

Figure 5.17 : Emplacement sur une vue aérienne du point qui a été défini comme étant le centre-ville (Google Earth 2018).

Tableau 5.1 : Coordonnées géographiques des points d’observation et du centre-ville de Lubumbashi (Harold Strammer, 2018).

5.2.5 - Un lien entre l'éloignement du centre-ville et la largeur des IV :

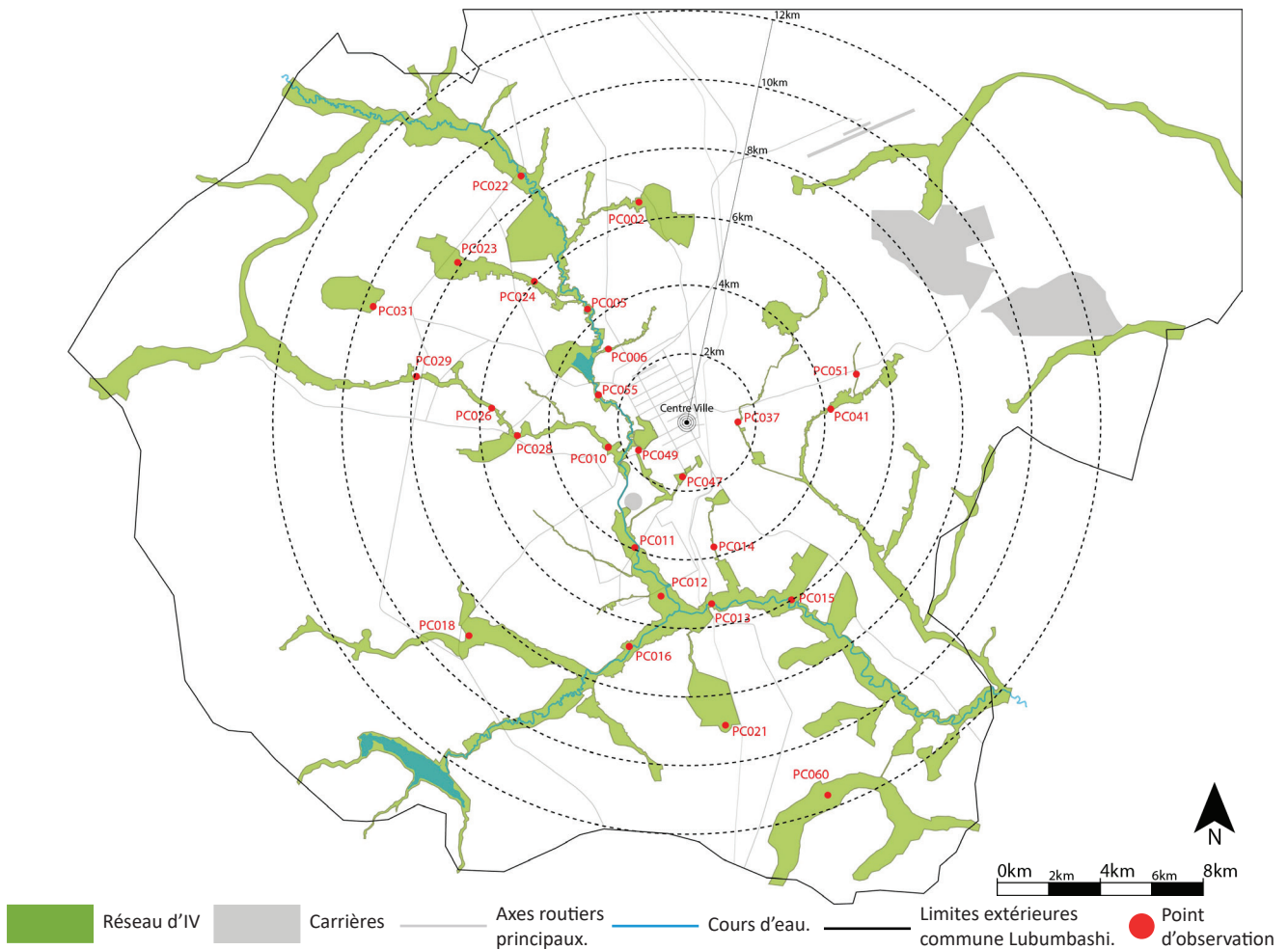


Figure 5.18 : Éloignement des points d'observation par rapport au centre-ville (Harold Strammer, 2018).

L'un des premiers éléments à observer est la répartition des points d'observation au sein de la ville. Cela a pour but de comprendre si leur sélection est représentative de l'entièreté de Lubumbashi.

Ensuite, il est intéressant d'observer les dimensions de ces IV, au niveau de chaque point. Cela permet de se faire une première idée de la diversité présente.

Lorsque l'on s'intéresse aux points d'observation et que l'on observe leurs distances par rapport au centre-ville, on constate que le point d'observation le plus éloigné est à une distance de 11 290 mètres et le plus proche est à 1450 mètres. En sachant que la ville s'étend sur un rayon d'environ 12 km, on peut donc en conclure que la présence des points d'observation se fait depuis le centre-ville jusqu'à sa périphérie.

De plus, en observant la moyenne de ces distances (5389 mètres) et la médiane (5375 mètres), on constate que celles-ci sont extrêmement similaires, ce qui signifie que le placement des points d'observation a été fait uniformément au travers de la ville.

Ceci montre que les IV de Lubumbashi sont réparties de manière uniforme sur toute l'agglomération, et quelles sont même présentes jusqu'au centre-ville qui est pourtant fortement urbanisé.

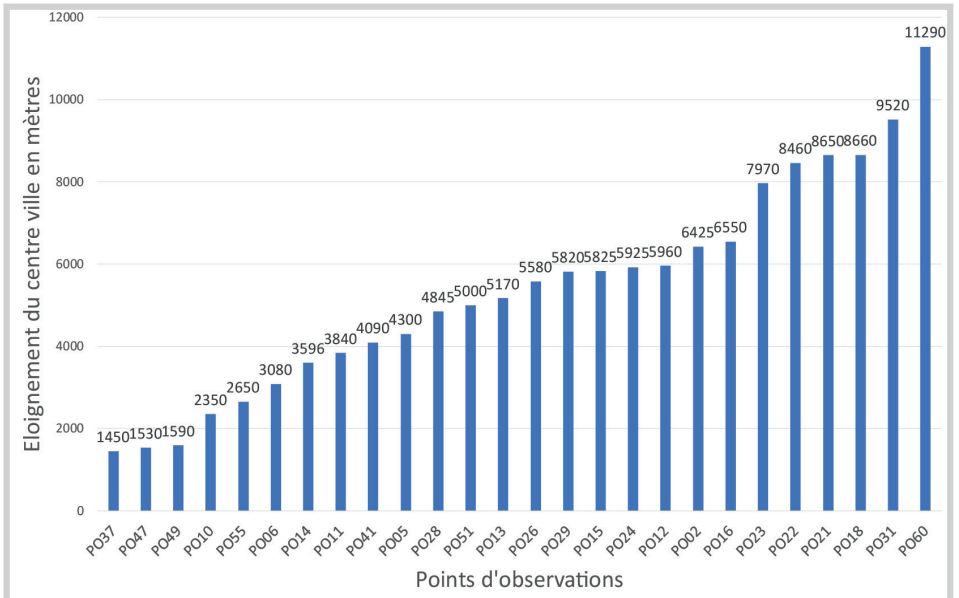
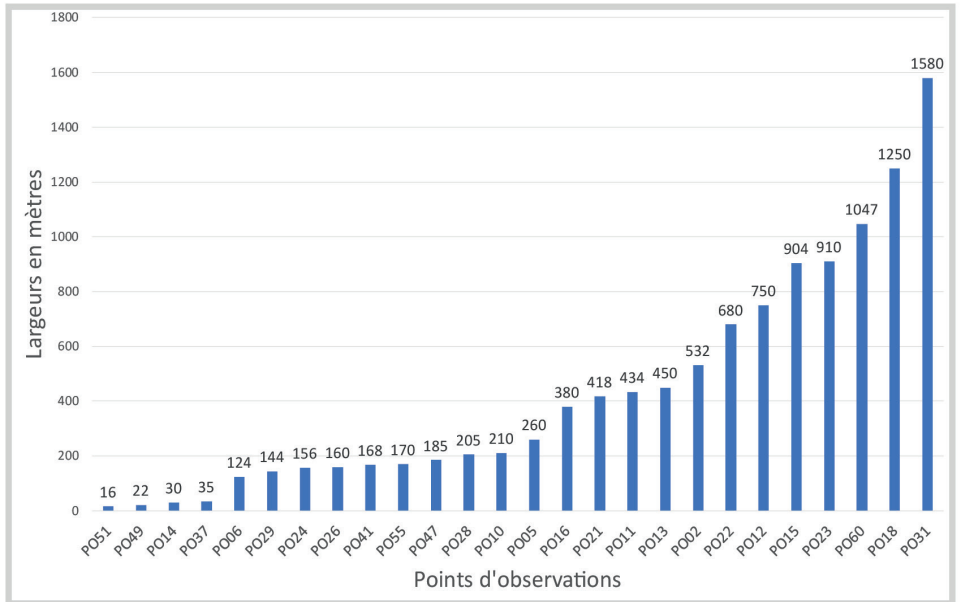


Figure 5.19 : Classement croissant des points d'observation par rapport à leur éloignement au centre-ville (Harold Strammer, 2018).

Lorsque l'on s'intéresse à la largeur des IV, au niveau de ces points d'observation, on constate que la largeur maximale rencontrée est de 1580 mètres, celle minimale est de 16 mètres. Ceci induit donc une forte diversité dans cette sélection et au sein de la ville.

Ensuite lorsque que l'on observe la moyenne (432 mètres) et la médiane (235 mètres), on constate qu'il y a un plus grand nombre d'IV de petites tailles et seules quelques grandes tirant cette moyenne vers le haut.

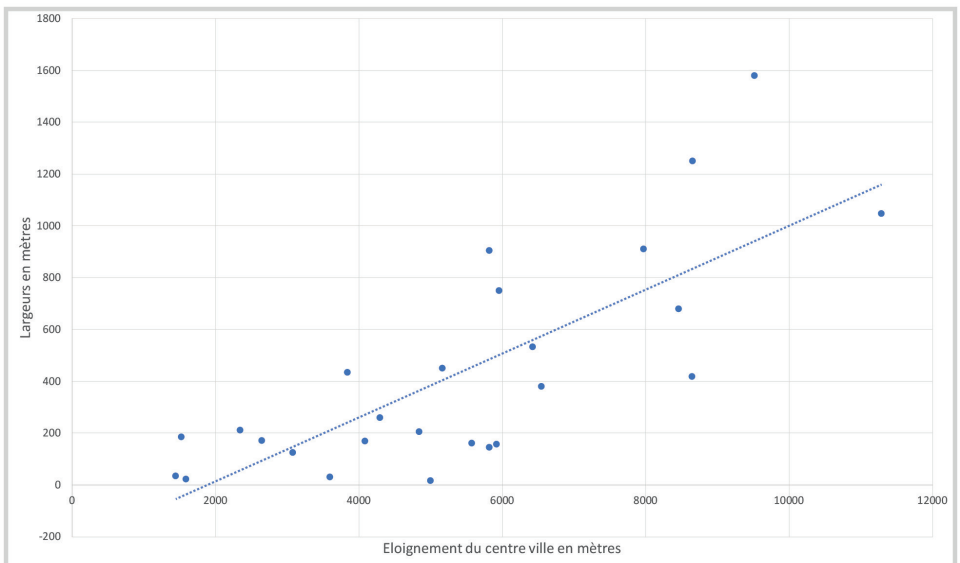
Figure 5.20 : Classement croissant de la largeur des IV au niveau des points d'observation (Harold Strammer, 2018).



Pour finir, lorsque l'on observe le tableau (figure 5.21), qui lie l'éloignement des IV avec leur largeur, on constate que la tendance est à la hausse, ce qui signifie qu'au plus une IV est éloignée du centre au plus celle-ci aura tendance à être large.

On peut donc supposer que ces deux éléments peuvent avoir un impact sur les paysages rencontrés au sein des IV.

Figure 5.21 : Disposition des points d'observation en fonction de leur éloignement du centre-ville (ordonnées) par rapport à leur largeur (abscisses), et courbe des tendances (Harold Strammer, 2018).



6 - PARTIE 2 : Composition des IV :

6.1 - Méthodologie : présentation des points d'observation :

6.1.1 - Définition des points de prise de vue sur terrain :

Pour analyser de manière systématique et similaire les paysages des corridors verts, une méthode a été développée. Elle s'appuie sur la série de points d'observation, expliqué précédemment, qui seront utilisés pour définir l'emplacement des sorties de terrain. Chaque point, sans exception, sera donc soumis aux mêmes démarches.

La mise en valeur de ces paysages s'effectue grâce à un travail d'analyse photographique. Cette dernière consiste à réaliser, de manière systématique, la même série de photographie pour chaque site et de répéter toujours les mêmes angles de vue. Les emplacements de ces prises de vues sont définis par les points d'observation. Cela signifie que les photos sont toujours réalisées à un emplacement similaire au centre des corridors. Ces photographies ont comme objectif de mettre en valeur trois grandes zones au sein des IV :

- Leur cœur situé au centre de l'IV ;
- Leurs limites, qui se situent à la rencontre avec le milieu adjacent et qui montrent la transition depuis ce milieu vers l'IV ;
- La périphérie qui met en valeur la largeur de l'IV, avec la transition de l'IV vers le milieu adjacent.

Pour développer un échantillonnage complet des paysages rencontrés, les photographies seront réalisées au travers de cinq cônes de vue. L'orientation de ces derniers sera aidée par la mise en place du transect.

Une première série, de deux photographies, sera orientée perpendiculairement au transect, dans le sens de la longueur

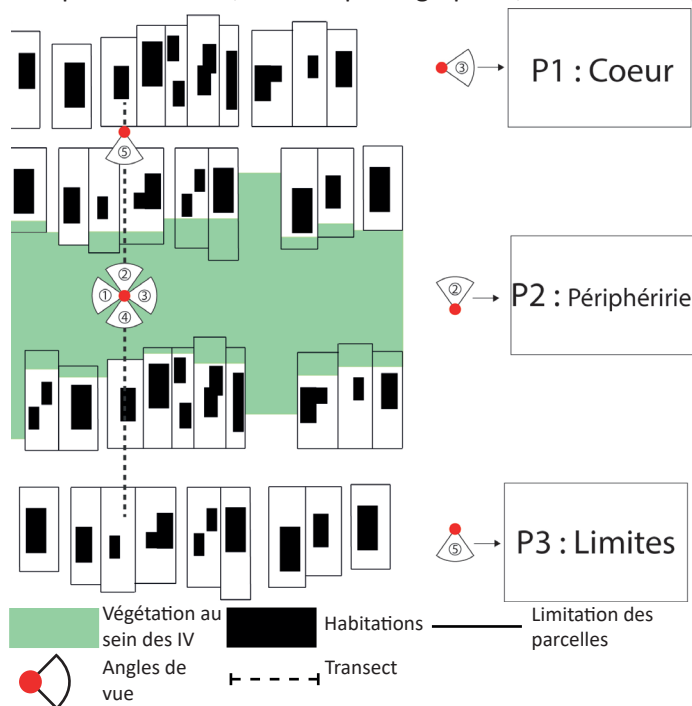
de l'IV et s'ouvrant sur son cœur. Elles seront prises à une direction opposée de 180° (figure 6.1 , cône de vue 1 et 3). La deuxième série, de deux photographies, sera orientée dans le sens du transect, c'est-à-dire parallèlement à celui-ci, dirigées vers les limites du corridor. Elles seront, elles aussi, prises à une direction opposée de 180° (figure 6.1, cône de vue 2 et 4).

Ensuite, parmi ces deux séries, une photo sera sélectionnée aléatoirement pour être analysées.

Enfin, une cinquième photographie sera nécessaire. Elle aura comme objectif de montrer le paysage rencontré aux limites des IV mais aussi, de se faire une idée du type d'espaces qu'elles génèrent.

Cette photo sera toujours réalisée le long du transect à l'emplacement où il rencontre la première voie de communication. L'angle de vue sera orienté vers l'intérieur du corridor (figure 6.1, cône de vue 5.)

Cette méthode permettra d'avoir un échantillonnage final de trois photos à l'orientation différente, pour tous les sites.



6.1.2 - Vue aérienne :

Pour illustrer l'environnement le long du transect, une vue aérienne prise via le programme GoogleEarth Pro, sera utilisée. Celle-ci permet de mieux comprendre l'insertion des corridors dans la ville et de se faire une première idée de la nature de leurs limites. Mais aussi, d'illustrer l'emplacement du point d'observation, du transect et des trois angles de vue avec leurs orientations.

6.1.3 - La coupe schématique :

Les coupes ont pour objectifs de montrer les caractéristiques paysagères rencontrées au niveau des corridors mais aussi d'illustrer leurs limites ainsi que les éléments remarquables qui constituent les paysages étudiés. Ces derniers ont été repérés et définis lors des visites de terrain. Sous forme de schéma, leur fonction est indicative et les rapports d'échelles ne seront pas respectés. En effet, les éléments marquants du paysage seront grossis pour être mis en valeur. Chaque coupe sera réalisée à la main, dans le respect d'une continuité graphique. Cela permettra de faire transparaître de manière plus marquée les différents ressentis paysagers. Cependant, pour aider à la compréhension des dimensions, la longueur de l'IV sera indiquée.

6.1.4 - Les photos complémentaires :

Ces photographies ont pour objectifs de montrer les différentes ambiances visibles tout au long du transect, de mettre en valeur les éléments invisibles sur les photos d'analyses ou les coupes. De plus, elles permettent de montrer certaines vues d'ensembles réalisées en dehors du transect, de manière à mieux comprendre le contexte dans lequel s'inscrit le corridor.

Ces photographies ont été prises lorsqu'elles étaient jugées pertinentes et complémentaires par rapport aux autres démarches analytiques.

6.2 - Méthodologie : composition des IV :

Pour analyser les paysages des corridors, il a été décidé d'observer leur composition. Cela permettra d'en déduire les interactions internes et celles avec la ville. Pour se faire, une typologie de couverture terrestre a été réalisée. Dans un premier temps c'est au niveau général des points d'observation que la présence ou l'absence des composants du paysage ont été observées

Tout d'abord, il a fallu développer une typologie pour définir les différentes couvertures terrestres. Celles-ci se basent sur l'arbre de décision créé et utilisé dans la thèse Marie André, 2016, « Landscape ecological consequences of the (sub)urbanization process in an African city: Lubumbashi (Democratic Republic of Congo) ».

Dans le cadre de son travail, un arbre de décision a été utilisé sur le terrain pour déduire la couverture terrestre des points d'échantillonnage (annexe 9.1). La personne en charge du relevé devait, pour chaque point, se placer au centre d'un cercle imaginaire d'un rayon de 10m. Cet arbre servait à évaluer la couverture terrestre présente au sein du cercle. Dans ce mémoire, une démarche similaire a été développée, mais le relevé a été effectué le long du transect sur la largeur complète de l'IV. Cependant, une simplification du nombre de classes a été effectuée. L'objectif étant d'arriver à 4 grandes classes d'occupation du sol.

- Le milieu humide : Celui-ci sera composé de toute végétation en lien avec un cours d'eau ou bien des marécages. Toute présence d'eau courante sera considérée comme faisant partie de cette classe. Ce point regroupe, dans l'arbre de décision utilisé par Marie André, la classe « Milieu humide ».
- L'agriculture urbaine : Cette typologie regroupera toutes cultures horticoles destinées à la consommation alimentaire. Dans l'arbre de décision utilisé par Marie André, se sont : le pâturage, les cultures, et les jachères récente.
- Le couvert végétal : Celle-ci sera composée de toute présence de végétation spontanée autre que le milieu humide ou agriculture urbaine, telle que les strates herbacée, arbustive et arborée. La strate arborée sera prise en compte uniquement si elle se trouve au premier plan ou si au moins une partie se situe en dessous d'une ligne d'horizon qui coupera la photo en son centre. Cette typologie regroupe plusieurs classes, présentes dans l'arbre de décision de Marie André, qui sont : les prairie, la brousse, la savane, la savane arborée, les anciennes jachères, la forêt en régénération, la forêt.
- Le bâti : Celle-ci sera composée de tous les éléments qui rentrent dans la définition d'un bâtiment. Pour être pris en compte, au moins une partie de l'élément bâti devra se situer en dessous de la ligne d'horizon qui coupera la photo en son centre. Ce détail permet de prendre en considération seulement les éléments proches qui sont en interaction avec le corridor. Dans l'arbre de décision utilisé par Marie André, elle regroupe plusieurs classes qui sont : bâtis continus et bâtis discontinus.

6.2.2 - Composition des corridors par rapport aux points de vue :

Pour compléter et préciser l'analyse de la composition des IV, la typologie développée précédemment sera mise en valeur à travers un traitement des trois photographies sélectionnées (figure 6.2). L'objectif est de faire ressortir certaines tendances, en fonction de la zone mise en valeur par l'orientation des photos. Certaines typologies seront peut-être plus présentes au cœur de l'IV et d'autre en périphérie.

Pour se faire, il a été décidé d'utiliser une technique de mise en valeur des photographies. Elle consiste à appliquer un filtre noir et blanc sur chacune des photos et laisser en couleurs les éléments qui constituent les différentes classes. Pour différencier les classes de couverture, quatre copies de chaque photographie de référence seront effectuées. Pour chacune des copies une classe lui sera attribuée et cette dernière sera mise en couleur. Ainsi, dans le cas d'une photographie entièrement noire et blanche, ceci montre l'absence de toutes classes d'occupation de sol précédemment citées dans le paysage.

Cette méthode permettra finalement de faire ressortir les différentes classes présentes au sein du paysage, mais aussi de mieux comprendre la composition de ces corridors.

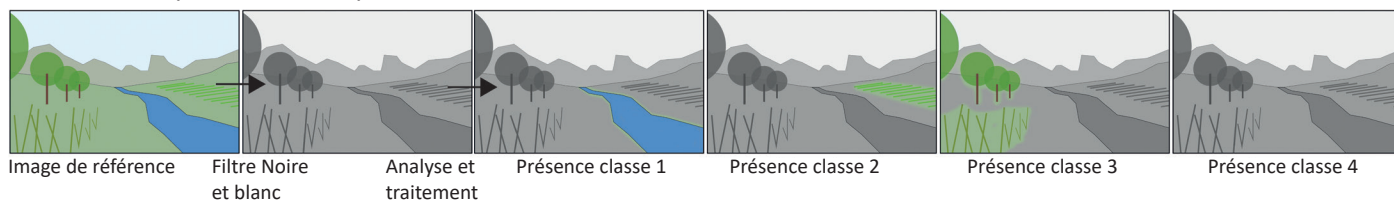


Figure 6.2 : Explication schématique de l'analyse photographique par la mise en valeur des différentes occupations du sol (Harold Strammer, 2018).

6.2.3 - Analyse au travers de séquences paysagères :

Observation et mise en valeur du séquençage des classes d'occupations par un code couleur. Pour simplifier le traitement et la compréhension des données, on ne représentera ici que la moitié du transect. Il sera illustré par l'enchaînement de carrés, possédant chacun une couleur, représentant une classe. L'objectif étant de pouvoir faire ressortir des tendances concernant la structure des corridors au niveau de leur transversalité. Pour la réalisation de ce séquençage, une occupation du sol a été ajoutée. Elle a pour but de préciser le milieu humide en créant la typologie : cours d'eau. Cette dernière se caractérise par la présence d'eau en mouvement, canalisé par deux berges. Dans les cas où elle est identifiée, elle sera toujours prise comme point de départ pour les séquences. (figure 6.3). La prise des données sera réalisée à l'aide des analyses photographiques, observations de terrain et d'observation des vues aériennes.

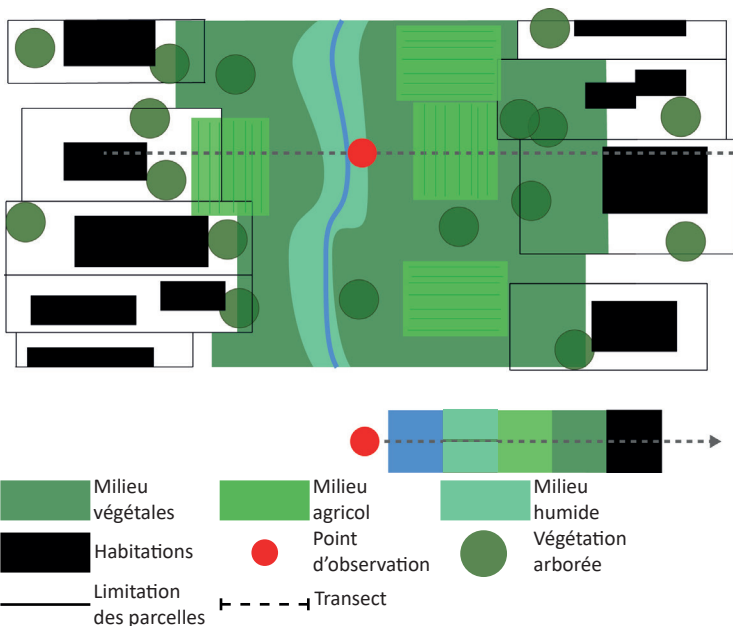


Figure 6.3 : Explication schématique de la conception des séquences paysagères (Harold Strammer, 2018).

6.2.4 - Analyse de la présence d'eau :

Tout d'abord, il faut identifier la présence d'eau ou non au sein des points d'observation. Un cours d'eau peut aussi être considéré comme asséché. Dans ce cas, la structure physique qui accueille habituellement ce dernier est visible, mais il n'y a aucune forme d'eau présente.

Ensuite, il est nécessaire d'identifier la forme sous laquelle cette eau est présente : naturelle, structurée, canalisée, en se basant sur la 5ème occupation du sol qui a été développé ci-dessus.

- Un cours d'eau sera considéré naturel lorsque ses méandres et la végétation de ses berges seront de forme aléatoire.
- Il sera considéré structuré, lorsque son cours et ses berges auront subi une intervention structurante avec l'utilisation de matériaux naturels (ex : canaux en terre, creusé dans le sol).
- Il sera considéré canalisé lorsque les berges auront été remplacées par des éléments structurants en béton.

6.2.5 - Les activités anthropiques :

La présence de toutes activités humaines repérées sur site sera indiquée sur la fiche. Elles seront considérées soit lorsqu'elles auront été observées, soit grâce à des indices laissant supposer leur présence que ce soit le long du transect ou dans les alentours du point d'observation.

6.3 - Fiche d'identité paysagère des IV.

Pour chaque point d'observation, une fiche paysagère a été développée (figure 6.4 et 6.5). Elle permet la mise en valeur des paysages par la synthèse, l'utilisation et le traitement de toutes les données récoltées lors des sorties de terrain. Cette fiche a pour objectif, d'appuyer les caractéristiques spécifiques des paysages rencontrés, au sein des IV et de mettre en valeur les ressentis obtenus lors des sorties de terrain. Elle servira, aussi, de base pour générer des données au travers de tous les points développés ci-dessus. Elle s'organise autour de l'analyse de photographies, mais aussi, d'une série de données récoltées à l'aide de prises de notes.

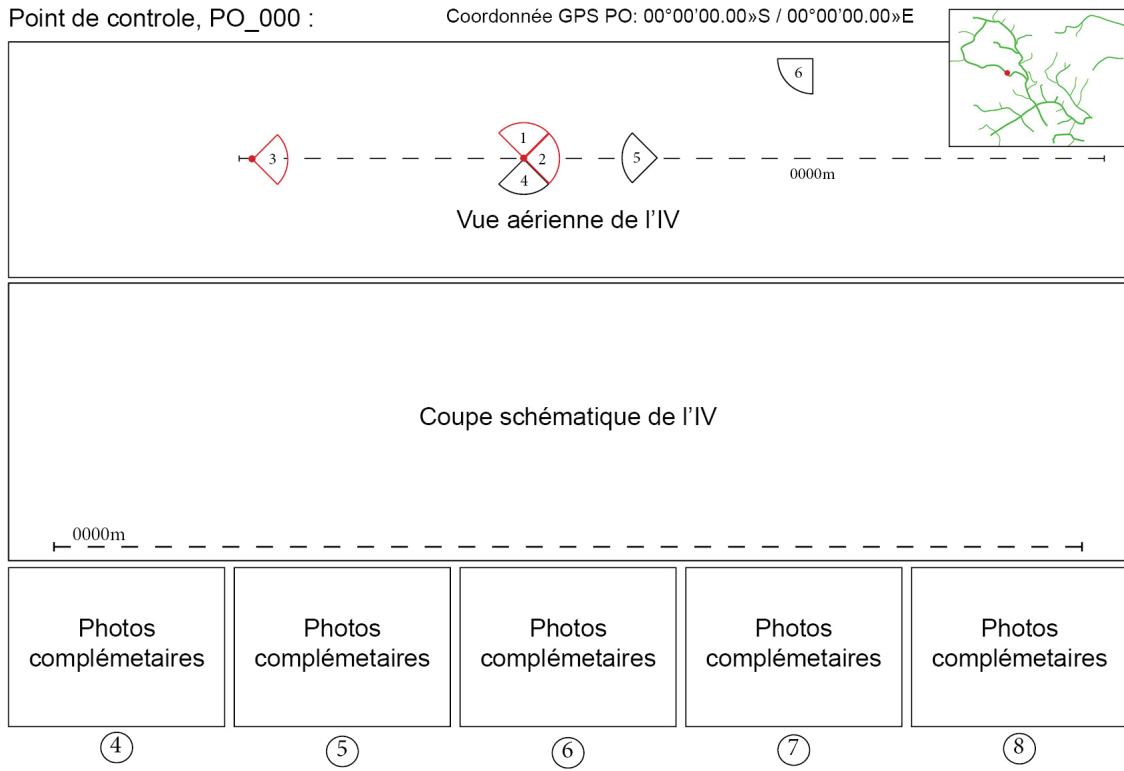


Figure 6.4 : Canevas de la fiche 01 d'identité paysagère (Harold Strammer, 2018).

PC_000 : Photo originale :	Milieux humide :	Couvert végétal :	Agriculture :	Bâti :
① Photo P1 Coeur de l'IV	P1 mise en valeur milieux humide	P1 mise en valeur couvert végétal	P1 mise en valeur agriculture	P1 mise en valeur bâti
② Photo P2 Périphérie de l'IV	P2 mise en valeur milieux humide	P2 mise en valeur couvert végétal	P2 mise en valeur agriculture	P2 mise en valeur bâti
③ Photo P3 Limites de l'IV	P3 mise en valeur milieux humide	P3 mise en valeur couvert végétal	P3 mise en valeur agriculture	P3 mise en valeur bâti
Ambiances :		Nature de l'interface :		
Description des ambiances rencontré au sein des IV. Identification du type de végétation. Identification du degré d'ouvertures des paysages .		Description générale de l'interface entre le milieu de l'IV et celui adjacent. Identification de la présence de continuité végétale. Identification si le Coeur de l'IV est visible. Identification du Types de limites entre les deux milieux. Identification de la Perméabilité des limites :		
Séquence couverture terrestre :		Activités anthropiques:		

Figure 6.5 : Canevas de la fiche 02 d'identité paysagère (Harold Strammer, 2018).

6.4 - Méthodologie : Analyse quantitative.

Pour avoir une vision à l'échelle de la ville et comprendre les tendances paysagères rencontrées, au sein des IV, il est important de pouvoir comparer toutes les données récoltées. Pour se faire, une analyse quantitative et comparative de ces données sera effectuée. L'objectif étant de faire ressortir des proportions de présence ou d'absence au niveau de tous les points d'observation. Ceci sera réalisé à l'aide du programme Excel et les données seront comparées en pourcentage.

Pour ce faire, chaque thématique développée précédemment, sera insérée dans un tableau, pour chaque point d'observation un langage binaire sera utilisé. L'utilisation du 1, défini la présence et celle de 0, l'absence. Au final, l'utilisation d'une formule de pourcentage permettra de faire ressortir le degré de récurrence, pour tous les points.

La mise en relation avec les angles de vue donnera des indications quant aux phénomènes présents au sein des IV. Et celles avec leur largeur et leur éloignement du centre des tendances quant à l'influence du milieu adjacent.

6.5 – Résultats : fiches d'identités paysagères :

Chaque point d'observation possède sa fiche d'identité paysagère qui synthétise tous les résultats. Les 26 fiches sont visibles en annexe.

6.6 - Résultats : composition des IV.

Les 26 points d'observation, définis précédemment, ont tous été soumis à une visite de terrain. Par la suite, les données récoltées ont été analysées. Cela a permis la mise en place d'une première analyse de la composition de leur paysage.

6.6.1 - Composition générale des corridors :

Cette analyse s'intéresse aux différentes occupations du sol qui sont présentes de manière générale au niveau des 26 points d'observation. Son approche a comme premier objectif d'amener une vision globale de la composition des IV et de voir les grandes tendances.

L'identification des différentes occupations du sol n'a pas été réalisée uniquement à l'aide des trois photographies sélectionnées mais a aussi été complétée à l'aide d'observations personnelles réalisées lors des sorties de terrain, aux alentours des points d'observation.

- Couvert végétal : 100%

Ce chiffre signifie que, pour chaque point d'observation, un couvert végétal a été identifié. Les IV sont donc principalement constituées de végétation, cela permet d'appuyer l'hypothèse qu'ils possèdent la fonction d'espace végétalisé au sein de la ville (Figure 6.6).

D'un point de vue paysager, il est possible de parler d'une omniprésence de végétation, générant ainsi une rupture avec le milieu adjacent principalement minéral.



Figure 6.6 : Composition générale, couvert végétal au sein de l'IV PO 47 / PO 49 (Harold Strammer, 2018).

- Milieus humides : 96%

Le milieu humide est la deuxième occupation du sol la plus rencontrée sur les points d'observation (Figure 6.7). Cela signifie que les IV possèdent un lien très fort avec ce milieu. La présence d'eau joue donc un rôle important dans la création et le maintien de ces espaces. Il est possible d'émettre l'hypothèse que les IV sont probablement des espaces résiduels qui, au travers des caractéristiques de ce milieu, rendent l'espace inconstructible.

Il serait donc possible d'émettre une supposition liant la taille des espaces résiduels à leur capacité d'accueillir une grande quantité d'eau. Au plus une IV connaît de fortes et larges inondations au plus cela aura tendance à influencer sa largeur, en rendant le milieu inconstructible. A l'inverse, à d'autres endroits, la pression anthropique a réduit la largeur des IV et donc diminué cette capacité à assimiler les inondations.



Figure 6.7 : Composition générale, milieux humides au sein de l'IV PO 13 / PO 29 (Harold Strammer, 2018).



Figure 6.8 : Composition générale, éléments bâtis visibles depuis l'intérieur de l'IV PO 29 / PO 55 (Harold Strammer, 2018).

- **Éléments Bâti : 92%**
On constate aussi la présence élevée d'éléments bâtis au sein des IV (figure 6.8). Cela met en évidence le contexte urbain dans lequel se situe ces corridors et laisse supposer les pressions anthropiques engendrées. De plus, ceci amène à un questionnement quant aux interactions que les deux milieux peuvent avoir.



Figure 6.9 : Composition générale, agriculture au sein de l'IV PO 02 / PO 16 (Harold Strammer, 2018).

- **Agriculture : 65%**
L'agriculture est présente sur 2/3 des points d'observation (figure 6.9). On peut alors supposer d'une dépendance ou interaction que les populations peuvent avoir avec ces IV. L'agriculture y est pratiquée soit pour subvenir aux besoins propres de la famille, soit destinée à la vente pour générer des revenus. Il est important de noter que le type de culture est presque exclusivement maraîcher, ce qui induit un impact spécifique sur le paysage.

Ceci permet de supposer que les IV ont la capacité de mettre à disposition des terres, impropres à la construction, pour la réalisation d'activités de subsistance. Etant donné le contexte urbain de cette agriculture et son utilité pour les habitants, il serait possible de la qualifier d'agriculture urbaine.

Cette première analyse laisse supposer que la présence de végétation et de milieux humides, au niveau de tous les points d'observation, peut participer à la mise en place d'une continuité surfacique et écosystémique au sein du réseau interconnecté d'IV.

6.6.2 - Composition des corridors par rapport aux points de vue :

Cette analyse s'intéresse aux différentes occupations du sol qui ont été observées à partir d'un point d'observation, en fonction des trois angles de vues développés dans la méthodologie.

L'utilisation de ces angles de vues, met en valeur le cœur de l'IV, sa périphérie et ses limites. Ceci ayant comme objectif de mieux définir dans quelles zones et avec quelle proportion ces différentes occupations du sol se répartissent au sein des IV. Cela permet de comprendre plus précisément leur composition et ainsi d'avoir une première idée des paysages présents.

Le schéma (figure 6.10) met en évidence la présence des différentes occupations du sol en réalisant une moyenne de tous les points d'observation. Les résultats se basent sur les photographies présélectionnées et varient en fonction des angles de vues.

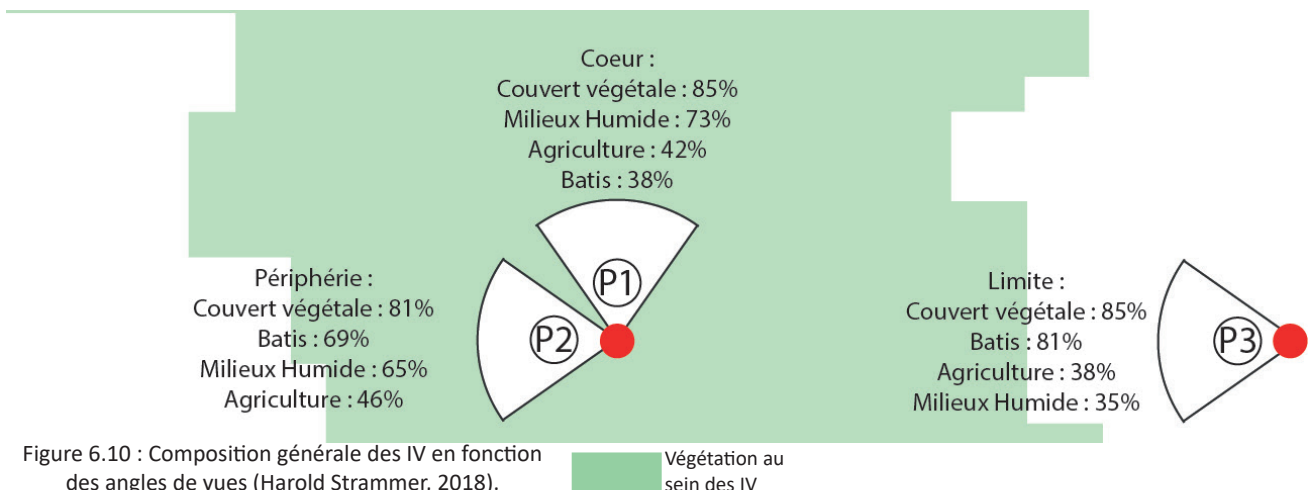


Figure 6.10 : Composition générale des IV en fonction des angles de vues (Harold Strammer, 2018).

- Point de vue 1 depuis le cœur de l'IV : P1 :



Figure 6.11 : Analyse photographique pour le point de vue 1 depuis le cœur de l'IV, PO24, humide, agriculture, végétale, bâti (Harold Strammer, 2018).

L'emplacement et l'orientation de ce point de vue, mettent en évidence tous les éléments qui composent le cœur des IV (figure 6.11).

On constate que les occupations les plus présentes, pour la totalité des IV, sont avec 85% le couvert végétal et avec 73% le milieu humide (figure 6.10).

L'omniprésence de végétation, au cœur des IV, met en évidence la possible fonction d'espace végétalisé des IV au sein de la ville de Lubumbashi.

Ensuite, la présence du milieu humide au niveau de ce point de vue, met en avant la centralité de ce milieu et les probables contraintes qui limitent l'urbanisation. Ceci venant d'ailleurs appuyer l'hypothèse que la présence de ce milieu a engendré un espace résiduel végétalisé. De plus, le fait, qu'il se situe au cœur de l'IV augmente sa capacité à engendrer une continuité surfacique et écosystémique.

L'agriculture représente 42% d'occupation (figure 6.10). Ce pourcentage met en évidence l'utilisation de ces espaces par la population au travers de cultures maraîchères. Ceci laisse supposer un lien avec le milieu humide pour l'irrigation, la fertilisation des sols et surtout la mise à disposition d'espaces pour la réalisation de telles pratiques au sein d'un milieu urbain.

Pour finir, avec seulement une présence de 36% d'éléments bâtis, on constate, qu'au cœur des IV l'urbanisation est très peu visible. Surtout lorsque que cette donnée est mise en comparaison avec les 92% de l'analyse générale des points d'observation (figure 6.11). La possibilité que des contraintes limitent ou empêchent le phénomène d'urbanisation aux seins des IV est donc forte.

On constate donc que le cœur des IV est occupé de manière prépondérante par de la végétation de tous types.

- Point de vue 2 depuis la périphérie de l'IV : P2 :



Figure 6.12 : Analyse photographique pour le point de vue 2 depuis la périphérie de l'IV, PC06, humide, agriculture, végétale, bâti (Harold Strammer, 2018).

L'emplacement et l'orientation de ce point de vue met en évidence tous les éléments qui composent la périphérie des IV et la transition avec le milieu adjacent (figure 6.12).

Encore une fois, avec 81%, on constate la forte présence de couverture végétale (figure 6.10). Ceci venant appuyer le caractère d'espace végétalisé au sein de la ville. L'orientation du point de vue, confirme la présence de végétation en périphérie et peut être jusqu'aux limites de l'IV.

Ensuite avec 69%, on remarque une très forte augmentation de la présence d'éléments bâtis (figure 6.10). Ceci met en évidence le phénomène d'urbanisation en périphérie des IV et appui leur possible caractère résiduel. Il est alors déjà possible de supposer que le bâti joue un rôle clé dans la détermination de leurs limites.

De plus, avec la présence à 65% de milieux humides ceci appuie le rôle central de ces milieux au sein des IV (figure 6.10). L'orientation du point de vue avec la forte présence d'éléments bâtis met en évidence la confrontation de ces deux milieux et accentue l'hypothèse d'espaces résiduels, engendrée par l'impossibilité d'urbaniser ce type d'espace.

Pour finir, on constate que l'occupation agricole est présente à 46%, des trois points de vue, elle a ici la présence la plus élevée (figure 6.10). Il est possible que le développement de ce type de pratiques en périphérie des IV, soit en lien avec le milieu humide. En effet, de nombreux canaux ont été observés pouvant permettre d'assurer l'irrigation des cultures. La proximité avec les éléments bâtis et habitations peut aussi être une raison favorable au développement de cultures maraîchères.

- Point de vue 3 depuis la limite de l'IV : P3 :



Figure 6.13 : Analyse photographique pour le point de vue 3 depuis la limite de l'IV, PC12, humide, agricole, végétale, bâti (Harold Strammer, 2018).

L'emplacement et l'orientation de ce point de vue met en évidence tous les éléments qui composent la périphérie extérieure des IV (figure 6.13). Il est situé depuis une voie de communication proche et orienté vers le centre de l'IV. Il permet de mieux comprendre les limites et d'observer comment les IV sont perceptibles depuis la ville au travers des différentes occupations du sol. Par l'orientation de ce point de vue, on pourrait s'attendre à observer peu de végétation et une très forte présence urbaine.

Pourtant, on remarque qu'avec une présence à 85% de couvert végétal, la périphérie des IV reste encore très souvent végétalisée (figure 6.10).

Cette donnée est d'autant plus étonnante par la forte présence d'éléments bâtis avec 81% (figure 6.10). Ceci venant confirmer le contexte urbain des IV, visible sur les vues aériennes.

Cette forte présence végétale aux limites extérieures, vient confirmer une des caractéristiques de Lubumbashi : ville fortement végétalisée. Ceci vient remettre en question, l'intuition de départ : la simple présence de végétation pouvant être utilisée comme élément déterminant dans l'identification des limites des IV. Cela montre l'importance de s'intéresser, plus en détail, à la nature de ces limites et des paysages présents en périphérie. De plus, ça permet de mieux comprendre l'implantation de ces dernières en ville.

Par la suite, on constate une présence plus faible de l'agriculture avec 38%, chiffre le plus bas pour cette classe d'occupation au sein des différents points de vue (figure 6.10). Ceci s'explique par l'emplacement extérieur de ce dernier qui met en avant un contexte beaucoup plus urbain et donc moins d'espaces disponibles pour la culture. L'urbanisation limite la présence de grands espaces résiduels et donc peu de maraîchage.

Pour finir, on constate que le milieu humide est le plus faiblement représenté avec seulement 35% de présence (figure 6.10). Cette occupation est très peu présente aux niveaux des limites des IV, on peut donc en déduire qu'elle se retrouve principalement au centre des IV. Il est possible que dans le cas où un milieu humide est visible depuis ce point de vue, cela soit causé par l'ouverture des lieux et sa topographie.

Ceci met en avant un questionnement quant à la perception des IV depuis la ville et leurs visibilitées depuis l'extérieur.

6.6.3 - Analyse au travers des séquences paysagères :

Cette partie se base sur la création de séquences. Ces dernières sont composées à partir des différentes classes d'occupations du sol et organisées en fonction de leurs agencements sur le terrain. L'objectif étant d'illustrer la composition et la structure des paysages au sein des IV. Cela permet de mieux comprendre les différentes tendances d'occupations du sol qui se dégagent le long du transect.

L'idée n'est pas d'observer toutes les données produites, mais de s'intéresser aux grandes tendances, présentes au sein des IV.



Figure 6.14 : Séquence qui reprend la succession d'eau courante, de milieu humide et de couvert végétal dans 48% des cas. L'eau courante est à l'origine des séquences dans 92% des cas et suit du milieu humide dans 84% des cas. (Harold Strammer, 2018).

Les résultats nous montrent l'omniprésence d'eau au cœur des IV. En effet, dans 92% des cas, la séquence paysagère débute par de l'eau courante. Etant étroitement lié cette dernière, elle est suivie par le milieu humide dans 84% des cas. Enfin, avec 48%, ces deux précédents milieux sont suivis par le couvert végétal. Cette donnée montre l'importance de la végétation au sein des IV. Elle agit souvent comme un élément périphérique et permet une transition entre le milieu humide et urbain. Elle se positionne dans les zones d'entre deux, là où le milieu humide a encore une forte influence, pour empêcher le développement urbain, mais pas assez pour engendrer une zone humide (figure 6.14).

Cette première séquence met en avant le lien entre ces trois milieux, qui sont les composants principaux au cœur de ces IV. Ceci permet de confirmer la continuité surfacique et écosystémique car ses trois occupations du sol sont favorables à l'accueil et au soutien de la biodiversité présente au cœur des IV (figure 6.14).

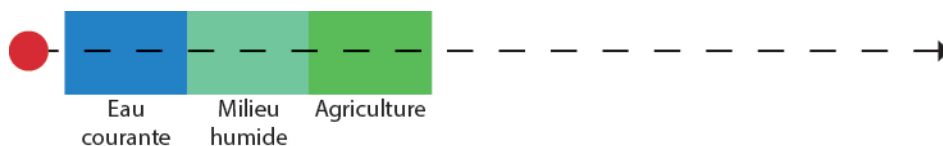


Figure 6.15 : Séquence qui reprend la succession d'eau courante, de milieu humide et d'agriculture dans 36% des cas. Cela met en valeur le lien entre le milieu humide et les pratiques agricoles (Harold Strammer, 2018).

Toujours en troisième position, il est possible de retrouver l'occupation « agriculture » succédant le milieu humide dans 36% des cas. Sa présence est fortement liée au milieu humide car ce dernier permet un accès facile et régulier à l'irrigation et peut maintenir la fertilité des terres par le dépôt de sédiments. L'agriculture tout comme la végétation se positionne dans les zones qui subissent les influences néfastes du milieu humide au travers des saisons, par la hausse du niveau d'eau. L'agriculture s'adapte facilement à ce genre de variations (figure 6.15).

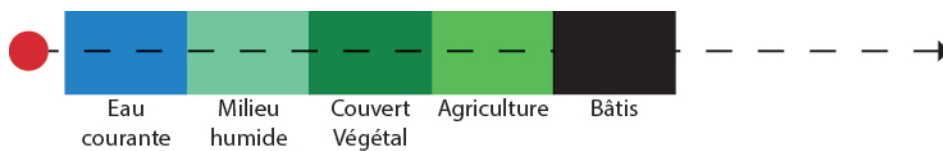


Figure 6.16 : Séquence qui met la présence du bâti dans 80% des cas en périphérie et le montre comme limitant à la végétation dans 32% des cas (Harold Strammer, 2018).



Figure 6.17 : Séquence qui met la présence du milieu végétal au delà du bâti dans 52% des cas. (Harold Strammer, 2018).

A la suite de ces séquences, on remarque qu'il existe de nombreuses combinaisons possibles, induisant une diversité dans la composition des IV. De manière générale, pour 80% des séquences le milieu bâti se situe sur leur périphérie. Dans 32% des cas, il forme la limite de l'IV et aucune végétation n'est visible après. Ces observations montrent que l'urbanisation est l'élément limitant des IV (figure 6.16).

Cependant, on constate aussi la présence du milieu végétal au-delà de cette limite bâtie dans 52% des cas. Ce phénomène vient appuyer le fait que Lubumbashi est une ville fortement végétalisée. Induisant un questionnement quant à la nature de la végétation au delà des limites et à la manière dont les IV sont perçues depuis l'extérieur (figure 6.17).

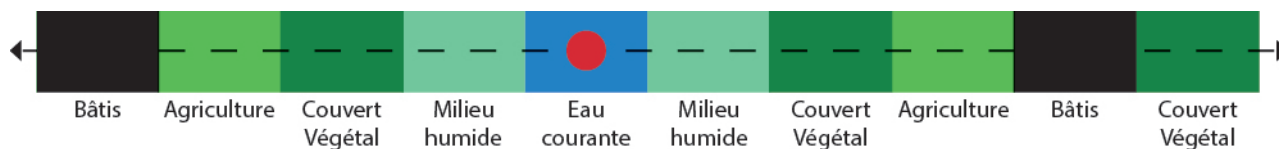


Figure 6.18 : Exemple d'une séquence entière au sein de l'IV (Harold Strammer, 2018).

Globalement, une structure générale se développe : au centre de l'IV, présence d'eau et milieu humide. En périphérie, végétation ou agriculture. Cela met en évidence le caractère d'un espace végétalisé au cœur de l'infrastructure, le tout encadré d'éléments urbains (figure 6.18).

6.6.4 - Analyse de la présence d'eau :

Prérence d'eau	Eau courante	Asséché	Naturel	Structuré	Canalisé
96%	92%	4%	73%	42%	12%

Tableau 6.1 : Tableau montrant les différentes formes sous laquelle l'eau est présente au sein des IV (Harold Strammer, 2018).

Au travers de ces analyses sur la composition des paysages, il en ressort que le milieu humide a un rôle moteur dans la création et le maintien de IV. Pour mieux comprendre l'identité de ce milieu, il a été décidé de s'intéresser plus précisément à l'élément générateur de ce dernier : l'eau.

Précédemment, une classe d'occupation du sol a été ajoutée : eau courante. L'objectif est donc d'identifier sous quelles formes et selon quelles structures, l'eau est présente au sein des IV.

On constate que l'eau est présente dans 96% des cas et que dans 92% des cas celle-ci est sous forme « courante ». Ceci signifie, qu'il y a une forte présence d'eau en mouvement. Dans un seul cas, (point d'observation « PO 31 »), l'eau est stagnante (tableau 6.1). D'ailleurs, les caractéristiques physiques de cette IV, grande étendue d'eau stagnante peu profonde, reste une énigme (figure 6.19).

L'eau courante est présente sous différentes formes, dans 73% des cas, elle se présente sous une morphologie dite naturelle, c'est-à-dire sous forme de rivière qui a subi peu de modifications (tableau 6.1).

Dans 42% des cas, elle est de morphologie dite structurée, la fonction principale est le déplacement de l'eau en vue d'irriguer des parcelles (tableau 6.1). Le plus souvent celles-ci sont connectées et alimentées par une rivière rendant donc les deux morphologies visibles. Dans seulement 12% des cas l'eau est canalisée par une structure en béton (tableau 6.1).



Figure 6.19 : Photographie de la présence d'eau, PO 31 Eau stagnante / PO 51 Cours d'eau asséché (Harold Strammer, 2018).

(tableau 6.1).

Pour finir, seulement 4% (1 cas sur les 26), a été observé comme étant asséché, pourtant la structure pour accueillir l'eau est présente (tableau 6.1). Ceci étant sûrement lié à la période d'étude : saison sèche. Ce cas a été observé au niveau du point d'observation « PC051 » (figure 6.19).

On remarque donc que les cours d'eau au sein des IV, sont principalement composés d'eau courante et qu'ils n'ont subi que peu de pressions anthropiques. En effet, leur morphologie reste principalement naturelle. Il est donc possible d'émettre l'hypothèse que cette structure favorise des cours d'eau encore forts mobiles, dont les évolutions au cours des saisons sont difficilement prévisibles. Cette donnée engendre, sûrement, l'impossibilité d'une urbanisation au sein des IV. Tout cela, induit la création d'espaces résiduels le long de ces cours d'eau, permettant l'accueil de végétation, agriculture et activités anthropiques. Il est fort probable que ces lieux fournissent des services écosystémiques conséquents à la ville comme par exemple dans la gestion et l'atténuation des fortes inondations (figure 6.20).

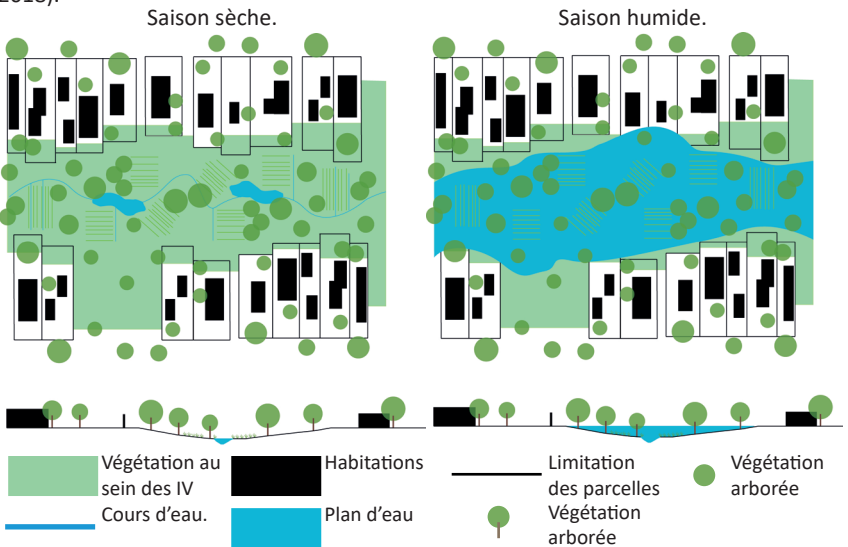


Figure 6.20 : Schéma hypothétique du service écosystémique d'assimilation des eaux de pluie, fournis par les IV, pour la gestion des inondations. (Harold Strammer, 2018).

6.6.5 - Les activités anthropiques :

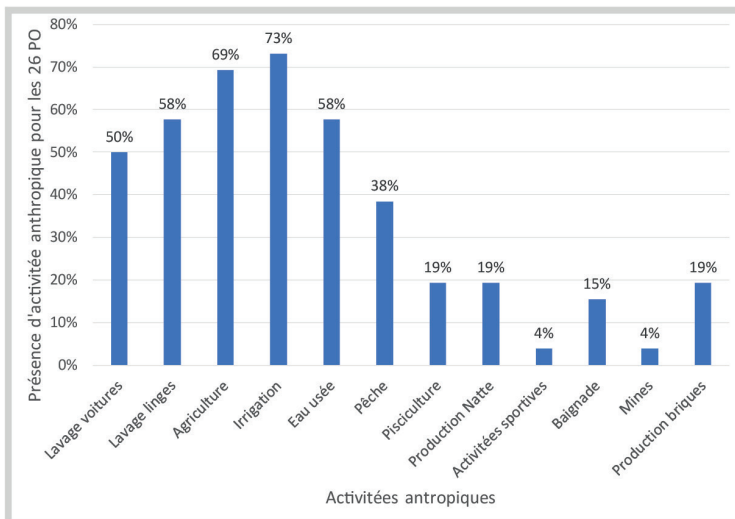


Figure 6.21 : Graphique montrant le pourcentage de présence des activités anthropique au sein des IV (Harold Strammer, 2018).

Lors des sorties de terrain, une série d'activités anthropiques ont été observées. Ces dernières sont reprises comme activités dépendantes ou pratiquées au sein des IV, par les habitants de Lubumbashi (figure 6.22 et 6.24). Les activités sont illustrées au travers du tableau ci-dessus ainsi que leur fréquence au sein des points d'observation. Elles sont exprimées en pourcentage (figure 6.21).

Avant tout, lorsque l'on observe les activités, on constate qu'elles sont fortement liées à la vie des habitants, sous forme de tâches quotidiennes. La plupart de ces activités ont un lien fort avec le besoin en eau.

L'activité la plus fréquente au sein des IV est l'irrigation des parcelles agricoles ou des jardins. Suivi de l'agriculture qui est fortement liée à la présence d'eau au sein de cette dernière.

Sur le terrain, il est facile de constater que l'irrigation et l'agriculture ont un impact conséquent sur le paysage

des IV a travers les différents aménagements des terres visant à accueillir les cultures et la construction de canaux pour le transport de l'eau (figure 6.22). Ces pratiques ont tendance à ouvrir le paysage. Les canaux et l'aménagement des parcelles amènent une géométrie à l'espace, les cultures l'agrémentent de nombreuses nuances de verts.



Figure 6.22 : Les activités anthropiques présentes au sein des points : PO 60 Irrigation et cultures agricoles / PO 22 Lessive et toilette / PO 49 Lavage automobile (Harold Strammer, 2018).

Ensuite, on constate que le lavage de voitures et du linge sont deux activités qui sont aussi fortement pratiquées au sein des IV (figure 6.22). Encore une fois, leur présence s'explique par la nécessité d'avoir un accès à l'eau en grande quantité.

Le lavage de voitures permet aux IV la mise en place d'activités économiques. Alors que la pratique de la lessive se réalise le plus souvent en groupe, ayant comme conséquence de rassembler les gens autour des cours d'eau et de transformer les IV en un lieu de sociabilisation (figure 6.22).

La baignade a aussi été observée et est, le plus souvent, associée au lavage du linge. Dans ce cas, elle est effectuée pour la réalisation de la toilette et souvent transformée par les enfants en activité de jeu.

Malheureusement ces pratiques révèlent un impact négatif sur les cours d'eau, car elles ont tendances, au travers de l'utilisation de détergent et/ou ruissellement de matières toxiques, provenant des voitures, à polluer les cours d'eau.

Un des autres grands usages de ces IV, est leur fonction d'égouts à ciel ouvert (figure 6.23). En effet, elles sont utilisées comme moyen d'évacuation des eaux grises ou noires provenant des habitations et usines. De plus, toutes les eaux de pluies ruisselant au travers de la ville finissent par se déverser dans ces cours d'eau et deviennent des lieux de concentration de polluants en tous genre. Cette pollution est un problème récurrent qui a été observé, quasiment,



Figure 6.23 : Impact de la pollution sur les cours d'eau : PO 37 / PO 12 (Harold Strammer, 2018).

à tous les points d'observation, ainsi que lors des déplacements au sein de la ville (figure 6.23).

En contradiction avec cette forte pollution, on retrouve d'autres activités qui sont en lien avec la production alimentaire, comme la pêche ou la pisciculture. De plus, on peut ajouter que l'agriculture est aussi contaminée au travers de l'irrigation des plantes et les terres par les crues.

D'autres activités récupèrent des matériaux produits par ces espaces, pour être transformés et vendus. On y retrouve la production de nattes à l'aide des roseaux ou la production de briques à l'aide de l'argile présent le long des rivières. Ceci est encore un exemple du lien économique que les IV ont avec la ville (figure 6.24).

Pour finir, deux autres activités ont été observées. La première est une activité de loisir, avec la présence d'un terrain de foot, ceci étant rendu possible par la taille, la topographie et la présence de pelouse au sein de l'IV. Ce cas a été observé au niveau du point d'observation « PO23 »(figure 6.24).

La deuxième, visible sur un autre point d'observation, accueillait une petite activité locale d'extraction de minerai, donnant un statut productif à l'IV. Ce cas a été observé au niveau du point d'observation « PO11 »(figure 6.24).



Figure 6.24 : Les activités anthropiques de type production et loisir pour les points : PO 13 Pêche et production de nattes / PO 23 Terrain de foot (Harold Strammer, 2018).

Ces résultats permettent de mettre en valeur la quantité d'activités et services écosystémiques rendue au sein des IV. Il est fort possible que ce ne soit qu'un échantillon de ce qui est réellement réalisé par la population. Les IV jouent donc un rôle important dans la vie des habitants de Lubumbashi et peuvent même être considérées comme indispensables pour une partie de la population, notamment celle à très faibles revenus.

L'élément majeur qui ressort est le besoin d'accéder à l'eau. Dans de nombreux quartiers, il n'existe probablement que peu, voire pas d'infrastructures qui permettent cet accès. Les IV en deviennent le seul.

7 - PARTIE 3 : Analyse des paysages qui constituent les IV et leurs périphéries :

Dans les fiches, chaque point d'observation se verra attribuer un texte qui aura comme objectif de décrire l'ambiance générale des lieux et d'expliquer le ressenti lors de la visite. Ce texte se base sur une vision subjective et est complémentaire à toutes les démarches précédentes. Il sera complété à l'aide de notes prises durant les sorties de terrains. Et placé dans les fiches d'identités paysagères.

7.1 – Méthodologie : caractérisation des paysagères composants les IV :

7.1.1 - Type de végétation :

Ce point cherche à mettre en valeur l'impact physique que la végétation possède sur les IV et leurs paysages. Pour se faire, elle a été divisée en trois grands types, possédant leurs spécificités propres. Ceci permettra de comprendre comment la végétation se comporte au sein des IV. Leur présence sera définie à partir des différents points de vue (P1, P2, P3).

- La végétation haute, considérée principalement comme étant arborée. Elle possède un impact en hauteur et vertical sur le paysage, elle a tendance à laisser la vue dégagée à hauteur d'homme.
- La végétation moyenne, considérée principalement comme étant arbustive. Elle a une influence d'avantage horizontale ou ponctuelle sur le paysage. Elle se situe à hauteur d'homme et ne dépasse jamais les 2-3 mètres. Elle est dense et obstrue souvent la vue, possédant donc un impact visuel fort.
- La végétation basse, considérée principalement comme étant herbacée et maraîchère. Celle-ci a une influence horizontale sur le paysage et à la particularité de ne jamais obstruer la vue. Possédant pourtant un impact fort sur le paysage lorsqu'elle est omniprésente et qu'elle s'étend sur de grandes surfaces.

7.1.2 - Ouverture des paysages :

Le type d'espace généré par les IV est ici analysé. Pour se faire, une typologie a été créée, de manière à définir trois grands degrés d'ouverture. Ceci permettra de comprendre le type d'ambiance que l'on rencontre au sein des IV et leur présence sera définie à partir des différents points de vue (P1, P2, P3).

- Paysage ouvert : une grande partie du cœur de l'IV est visible, engendrant un sentiment de grand paysage.
- Paysage semi-ouvert : le cœur de l'IV est en partie visible, le paysage est constitué à la fois d'ouverture mais aussi de fermetures ponctuelles.
- Paysage fermé : il est impossible de voir loin, le cœur de l'IV peut être visible mais sans aucune perspective.

7.2 – Méthodologie : spécificités des limites :

7.2.1 - Types de limites / Types de transitions.

Dans ce cas, l'analyse cherche à mettre en valeur le type de limites présentes entre les IV et le milieu adjacent. Cela permet de mieux comprendre comment se forme la transition entre les deux.

Pour juger du type de transition, trois typologies ont été créées. Le choix du type de limites sera défini à l'aide des points de vue P2 et P3 ainsi qu'avec les prises de notes réalisées sur le terrain.

- Floue : La limite est très peu visible, la transition entre les deux milieux est considérée comme floue lorsque ces derniers s'entremêlent, il y a une forme de symbiose qui s'est établie.
- Marquée : la limite est identifiable, sans grande précision, car le milieu adjacent s'entremêle à l'IV cependant, une transition est visible. L'IV subit une modification structurelle induite par la présence d'un nouveau milieu.
- Nette : la limite est précisément identifiable, elle se traduit par un changement physique brutale entre les milieux, il n'y a pas de transition visible.

7.2.2 - Perméabilité des limites :

L'analyse de la perméabilité des limites permettra de juger l'accessibilité des IV depuis l'extérieur. Sont-elles des endroits faciles d'accès ou complètement repliées sur elles-mêmes ?

Pour juger cela, une gradation sur trois points a été réalisée et différents critères ont été définis, de manière à pouvoir les classer.

La définition de la perméabilité sera définie à l'aide des points de vue P2 et P3, mais aussi avec des prises de notes réalisées sur le terrain. Les critères paysagers de ces choix seront définis.

- Perméable : Dans le cas d'une limite perméable, aucun élément n'obstrue ou limite le passage, il est tout à fait possible de pénétrer dans l'IV.
- Semi-perméable : Dans le cas d'une limite semi-perméable, des éléments obstruent ou limitent le passage, il est possible de pénétrer dans l'IV, mais il faut fournir un effort pour y arriver.
- Imperméable : Dans le cas d'une limite imperméable, un ou des éléments empêchent complètement le passage.

7.2.3 - La transversalité des limites :

7.2.3.1 - Continuité végétale :

Ce point analyse le type de végétation présent au cœur de l'IV et la compare avec celle présente aux limites, lorsqu'il y en a. Dans le cas où le résultat est similaire, on parle de continuité végétale et cela signifie que l'IV est perceptible depuis l'extérieur. Dans le cas contraire, cela signifie que la végétation visible fait partie d'un autre contexte et que l'IV n'est pas visible de l'extérieur. Ces observations sont réalisées en comparant la végétation visible au sein des points de vue 1 et 2, avec celle visible au point de vue 3.

7.2.3.2 - Cœur visible :

Ce point cherche à identifier si le cœur des IV est observable ou non depuis les limites. Pour se faire, le type de végétation et d'ambiances ont été observées au niveau de P1 et P3. Si l'ambiance est similaire alors il est possible de conclure que le cœur est visible. Ceci permet de préciser, à quel point, l'IV est perceptible depuis le milieu adjacent.

7.3 - Fiche d'identité paysagère des IV.

Pour chaque point d'observation, la fiche paysagère sera complétée (figure 6.4 et 6.5). Elle permet la mise en valeur des paysages par la synthèse, l'utilisation et le traitement de toutes les données récoltées lors des sorties de terrain. Cette fiche a pour objectif, d'appuyer les caractéristiques spécifiques des paysages rencontrés, au sein des IV et de mettre en valeur les ressentis obtenus lors des sorties de terrain. Elle servira, aussi, de base pour générer des données au travers de tous les points développés ci-dessous.

Elle s'organise autour de l'analyse de photographies, mais aussi, d'une série de données récoltées à l'aide de prises de notes.

7.4 - Méthodologie : Analyse quantitative.

Pour avoir une vision à l'échelle de la ville et comprendre les tendances paysagères rencontrées, au sein des IV, il est important de pouvoir comparer toutes les données récoltées. Pour se faire, une analyse quantitative et comparative de ces données sera effectuée. L'objectif étant de faire ressortir des proportions de présence ou d'absence au niveau de tous les points d'observation. Ceci sera réalisé à l'aide du programme Excel et les données seront comparées en pourcentage.

Pour ce faire, chaque thématique développée précédemment, sera insérée dans un tableau, pour chaque point de d'observation un langage binaire sera utilisé. L'utilisation du 1, définit la présence et celle de 0, l'absence. Au final, l'utilisation d'une formule de pourcentage permettra de faire ressortir le degré de récurrence, pour tous les points.

La mise en relation avec les angles de vue donnera des indications quant aux phénomènes présents au sein des IV. Et celles avec leur largeur et leurs éloignements du centre des tendances quant à l'influence du milieu adjacent.

7.5 – Résultats : caractéristiques paysagères des IV :

Maintenant que la composition et l'organisation générale des IV est connue. Ce travail se tourne vers l'analyse des paysages qui les composent et la compréhension des facteurs qui possèdent une influence sur ces derniers.

De manière générale et à l'aide des résultats précédents, on remarque que la plupart des IV sont composées essentiellement de végétation, qui tend à leur donner le statut d'espaces végétalisés. Les paysages qui composent les IV, sont très singuliers, possédant des caractéristiques propres. Elles ont tendances à réaliser une rupture, une déconnexion avec les activités et l'effervescence du milieu urbain (figure 7.1). Cette partie du travail va donc s'intéresser au type de végétation qui les compose, pour essayer de comprendre l'impact physique qu'elle a sur ces espaces. Ensuite, on observera l'ouverture de ces derniers pour avoir une idée plus précise des ambiances rencontrées.

7.5.1 - Type de végétation :

Au travers des multiples sorties de terrain et les déplacements au cœur de la ville, il ressort que l'élément générant la plus forte rupture paysagère entre le milieu urbain et les IV est l'omniprésence de végétation au sein de ces dernières (figure 7.1).

En effet, bien que la ville soit considérée comme une ville végétalisée, c'est la

structure et la densité de cette végétation qui varie et entraîne les différences paysagères. La ville possède un contexte végétal très horticole et arboré, il existe une synergie entre les éléments bâtis et cette végétation. Cela engendre une ambiance de végétation cadré ou contrainte par l'urbanisation. A l'inverse, on constate au travers des différentes photographies, que la végétation présente au cœur des IV est liée aux différents milieux ou occupations du sol qu'elles accueillent. Cette végétation tend donc beaucoup plus vers un état qu'on peut qualifier de spontanée ou peu gérée. Cette typologie a permis, au travers de l'analyse des photographies, provenant des trois angles de vues, de faire ressortir la présence, ou non, des différents types de végétation au sein des IV. Les données sont exprimées en pourcentage, cela permet d'analyser les tendances mais aussi, de comparer les points de vue entre eux. Ensuite, ces résultats ont été mis en lien avec l'éloignement par rapport au centre-ville et la taille des IV. Cela permet d'observer influence de ces deux facteurs sur les proportions de présence des types de végétation

Végétation basse P1	Végétation moyenne P1	Végétation haute P1	Végétation basse P2	Végétation moyenne P2	végétation haute P2	Végétation basse P3	Végétation moyenne P3	Végétation haute P3
100%	92%	38%	92%	77%	65%	69%	73%	81%

Tableau 7.1 : Pourcentage des différents types de végétation basse, moyenne et haute pour les points de vues P1, P2 et P3 (harold Strammer, 2018)

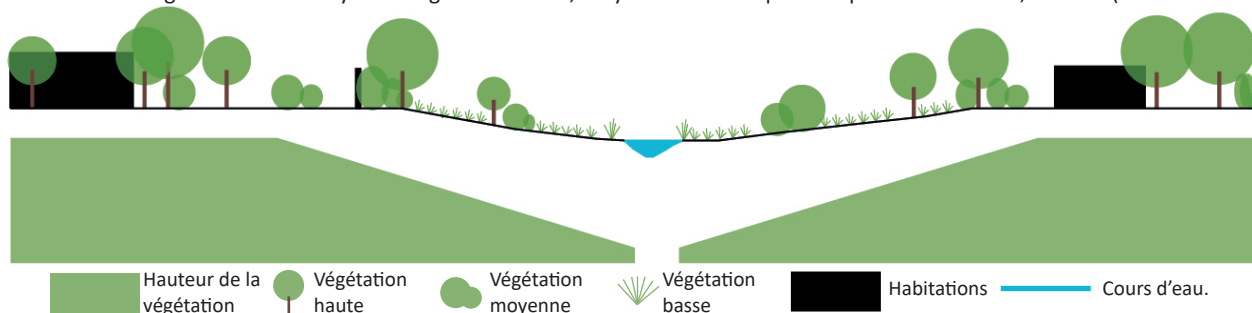


Figure 7.2 : Répartition du type de végétation basse, haute et moyenne le long du transect. Représentation schématique de la hauteur cette végétation, on constate une croissance de cette dernière du cœur vers la limite (Harold Strammer, 2018).

On remarque une forme d'inversion des résultats le long du transect (tableau 7.1). Le cœur des IV est constitué d'une végétation beaucoup plus basse, ce qui engendre des paysages plus ouverts. La périphérie des IV connaît une végétation plus mixte, sûrement influencée par la rencontre du cœur des IV et de la ville. Ce qui laisse supposer que l'espace mis en valeurs dans P2 aurait une fonction transitoire entre les deux milieux. Pour finir les limites des IV subissent l'influence de la ville, avec un paysage plus vertical, composé principalement d'arbres (figure 7.2). Cette présence pourrait être utilisée comme un des indicateurs, pour aider à l'identification des limites des IV.

- **Végétation basse :**

C'est ainsi que l'on constate que la végétation basse est présente dans 100% des cas pour P1 et 92% pour P2 (tableau 7.1). Ce constat montre que cette végétation est présente au niveau de tous les point d'observation pour ces angles de vue. Il est possible de l'expliquer par la facilité que ce type de végétation a de se développer dans toute sorte d'environnement, tant qu'il y a la présence de sol nu. Une autre explication pourrait être la forte présence du milieu humide, qui au niveau des berges ou par les variations du niveau d'eau, a tendance à engendrer des zones de végétation humide basse. Enfin, le milieu agricole, plus spécifiquement la pratique du maraîchage et la présence de terre en jachère favorisent aussi ce type de végétation.



Figure 7.3 : Exemple de végétation basse au sein des points PO 10 / PO 23 / PO 29 (Harold Strammer, 2018).

Son impact a tendance à générer l'ouverture des milieux. Les terres agricoles engendrent de grandes surfaces ouvertes, similaires à des prairies. Tandis que, les milieux humides avec leurs cours d'eau, grands espaces linéaires aux formes organiques, emmènent le regard au loin (figure 7.3).

Dans le cas de P3 on constate que la végétation basse n'est présente que dans 38% des cas (tableau 7.1). Un résultat aussi faible semble être engendré par un contexte beaucoup plus urbain aux limites et donc à l'absence de terres inoccupées, permettant son développement. Il est possible de supposer que les paysages rencontrés, dans ce cas, auront tendance à être plus fermés.

- Végétation moyenne :



Figure 7.4 : Exemple de végétation moyenne au sein des points PO 02 / PO 06 / PO 13 (Harold Strammer, 2018).

La végétation moyenne est présente pour P1 dans 92% des cas (tableau 7.1). Ceci peut s'expliquer par la présence du milieu humide qui favorise la pousse de roseaux. En fonction de leur densité, la surface qu'ils occupent et leur taille (variant de 2 et 3 mètres), la vue peut être obstruée et aura tendance à fermer l'espace, à la manière de barrières opaques (figure 7.4).

Ce phénomène est aussi rendu possible par la végétation arbustive, qui au travers de bosquets ou d'individus isolés, obstruent le paysage de manière ponctuelle. L'agriculture, avec la culture de certaines plantes, comme le bananier, la canne à sucre ou le manioc possède un impact similaire sur le paysage (figure 7.4).

Dans le cas de P2, on constate une végétation moyenne dans 77% des cas (tableau 7.1). L'un des éléments qui influence cette observation doit être la présence d'agriculture. En effet, c'est au niveau de ce point de vue que l'agriculture est la plus visible. De plus, il a été constaté que, sous cet angle, le fond des parcelles d'habitations est souvent perceptible et ces dernières ont tendance à être composées de plantes arbustives horticoles.

Pour ces deux angles de vue, étant donné l'impact ponctuel de la végétation, on peut imaginer qu'elle aura plus tendance à engendrer un paysage semi-ouvert.

Dans le cas de P3, on remarque une présence de végétation moyenne à 65% (tableau 7.1). Cela peut être engendré par une plus forte utilisation de la végétation horticole en milieux urbain, utilisée dans la mise en place de haies. Dans ce cas, il est fort probable que cette dernière ait tendance à engendrer la fermeture du paysage.

- Végétation haute :

Pour finir, la végétation haute est présente pour P1 dans 38% des cas, un des résultats les plus surprenant (tableau 7.1). En effet, cette donnée met en valeur la faible présence d'arbres au cœur des IV.

Les quelques situations pour lesquelles ils sont présents, engendrent des paysages qui pourraient être qualifiés de luxuriants, similaires à une forêt tropicale (figure 7.5). Dans le cas où ils sont absents, les paysages possèdent des ambiances horizontales, similaire à des plaines.



Figure 7.5 : Exemple de végétation haute au sein des points PO 05 / PO 37 / PO 55 (Harold Strammer, 2018).

Pour P2, on remarque une présence de végétation haute dans 77% des cas (tableau 7.1). Cette forte hausse pour un point de vue aussi proche de P1, doit sûrement provenir de l'orientation extérieure de ce dernier. En effet il est possible dans certains cas d'observer la végétation présente aux limites de l'IV.

Cette hypothèse est confirmée par les 81% de végétation haute au niveau de P3 (tableau 7.1). Cette dernière est impactée par le milieu urbain de Lubumbashi, composé principalement de végétation arborée. En effet, les parcelles d'habitations sont majoritairement plantées par ce type de végétation et ce phénomène se retrouve dans toute la ville (figure 7.5). Cette présence ou non d'arbres donne aux paysages des IV leur singularité. De plus, ce résultat vient accentuer la rupture avec la ville et est d'ailleurs contre intuitif. En effet, au début de la recherche, en se basant uniquement sur les vues aériennes à petite échelle, la première intuition a été que les IV étaient principalement composées de végétation haute.

• Répartition du type de végétation en fonction de la largeur des IV :

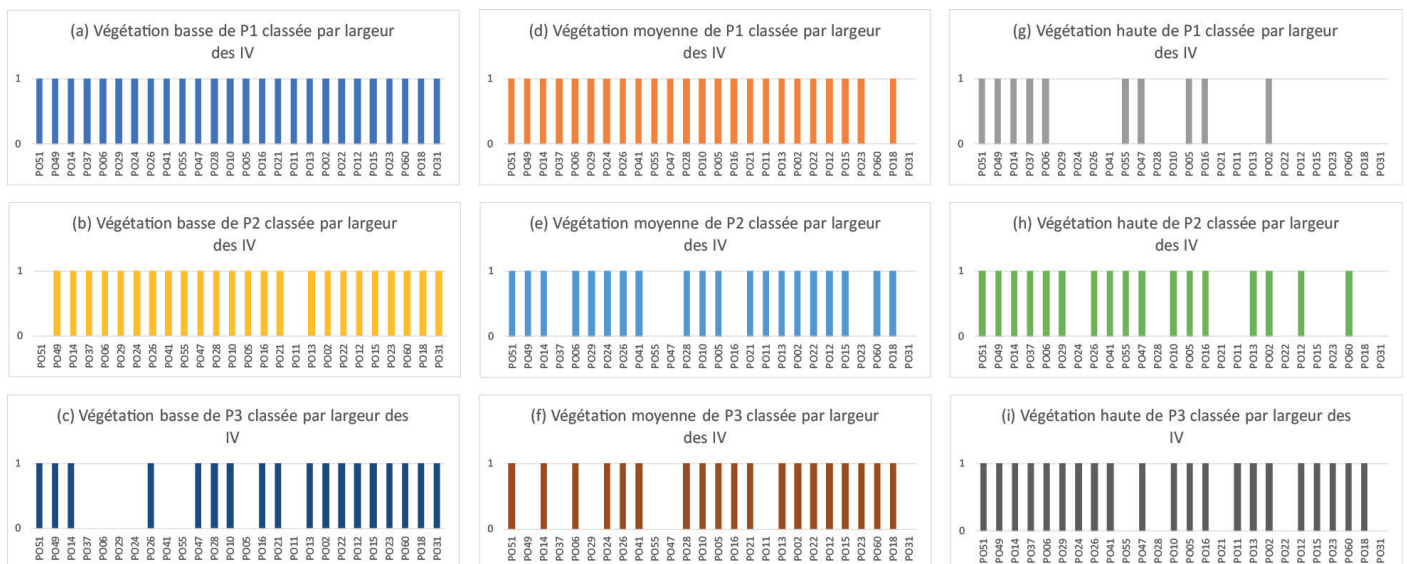


Figure 7.6 : Répartition de la présence des trois types de végétation pour les points de vue P1, P2 et P3 en fonction de la largeur des IV. En ordonnées: absence (0) ou présence (1) des types de végétation et en abscisses : points d'observation classés de manière croissante en fonction de la largeurs des IV, (Harold Strammer, 2018).

Lorsque l'on observe la répartition du type de végétation en fonction de la largeur des IV, on constate que pour la végétation basse et moyenne les résultats sont très similaires. De par leur omniprésence au niveau de P1 et P2, il est difficile d'observer certaines tendances (figure 7.6 (a),(b),(d),(e)). Par contre pour P3 les IV de petites largeurs sont moins propices au développement de ces types de végétations (figure 7.6 (c),(f)).

Pour la végétation haute, on constate que la largeur des IV possèdent un impact sur sa présence. En effet, au plus les IV sont larges, au plus elles sont un facteur limitant quant à la présence de cette végétation. C'est pour P1 que cette influence est la plus marquée, ceci pourrait être mis en lien avec le milieu humide (figure 7.6(g)). Dans le cas où ce dernier engendrerait des inondations à chaque saison des pluies, cela limiterait le développement de la végétation arborée au cœur des IV.

Lorsque l'on s'intéresse aux deux autres points de vue, on remarque une influence taille-hauteur beaucoup plus faible (figure 7.6 (h),(i)). Ceci provenant sûrement de l'orientation des points de vue vers le milieu urbain. On constate une diminution de végétation haute au plus les IV deviennent larges. En effet, ces dernières se situent, le plus souvent, en périphérie de la ville, dans des zones nouvellement et moins densément urbanisées. Ce facteur influence la présence de végétation haute.

• Répartition de type de végétation en fonction de l'éloignements de l'IV par rapport au centre-ville :

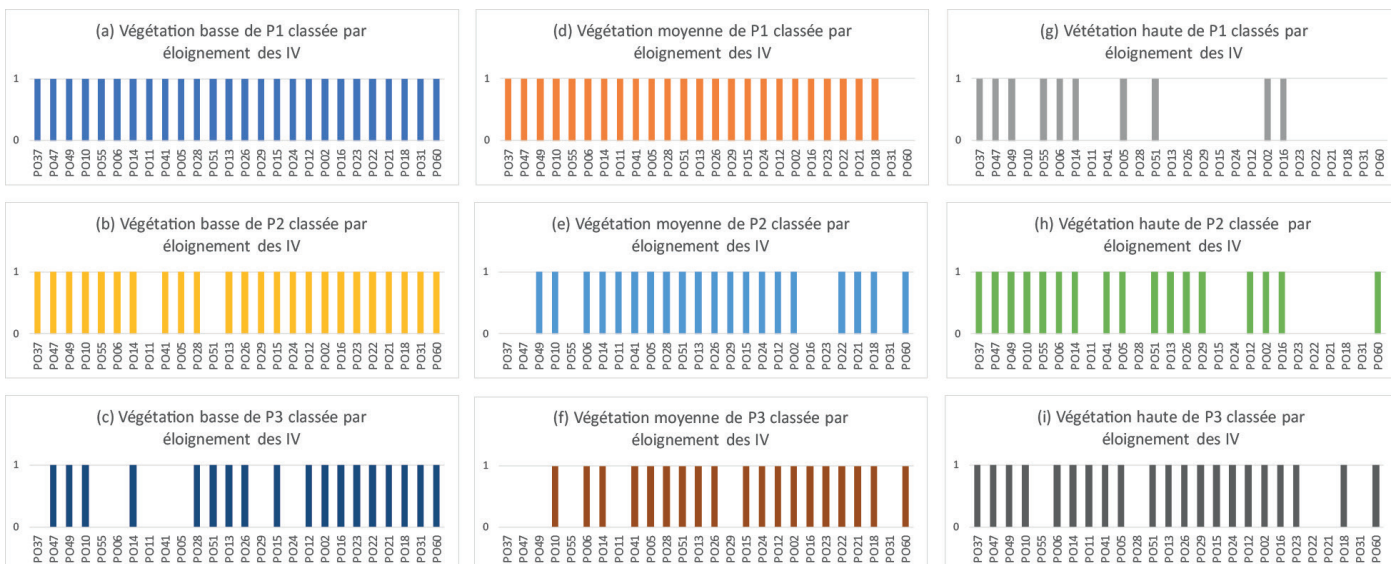


Figure 7.7 : Répartition de la présence des trois types de végétation pour les points de vue P1, P2 et P3 en fonction de l'éloignement des IV par rapport au centre-ville. En ordonnées: absence (0) ou présence (1) des types de végétation et en abscisses : points d'observation classés de manière croissante en fonction de l'éloignement des IV par rapport au centre-ville (Harold Strammer, 2018).

Lorsque l'on observe la répartition du type de végétation, en fonction de l'éloignement des IV par rapport au centre-ville, on constate que la végétation basse pour les points P1 et P2 est presque omniprésente. Il est, par conséquent, difficile de définir des tendances (figure 7.7 (a),(b)). Pour P3, on remarque que ce sont les IV proches et moyennement proches du centre qui sont les moins propice au développement de ce type de végétation (figure 7.7(c)).

Pour la végétation moyenne, on constate la même omniprésence pour P1, il est donc encore une fois difficile de définir des tendances (figure 7.7(d)). Pour P2, on remarque qu'elle est moins présente au niveau des IV très proches et très éloignées. Ceci pourrait être influencé, dans la première situation, par un contexte urbain très dense et dans la seconde par un contexte peu dense (figure 7.7(e)). Dans le cas de P3, les IV proches du centre sont majoritairement impactées et encore une fois ceci doit être lié au contexte urbain (figure 7.7(f)).

La végétation haute subit plus l'impact de l'éloignement des IV. En effet, on remarque qu'au plus celles-ci sont éloignées, au moins il y a de végétation arborée. Cette situation est particulièrement visible pour P1 (figure 7.7(g)). Etant donné le lien éloignement / largeur des IV, ceci laisse supposer que le même phénomène se produit. Pour P2 et P3 la même tendance est visible mais de façon plus faible (figure 7.7 (h),(i)).

De manière générale, on constate que les IV de petites tailles et proches du centre sont plus souvent constituées de végétation basse et/ou haute. Alors que, celles de grandes tailles et éloignées du centre sont plus souvent composées de végétation moyenne et/ou basse.

7.5.2 - Ouvertures des paysages :

Comme présenté précédemment, chaque type de végétation à son propre impact sur le paysage. Dans la méthodologie, leurs caractéristiques physiques ont été présentées. Deux tendances principales se dégagent : ouverture ou fermeture de l'espace.

C'est donc pour compléter cette partie que l'on va s'intéresser au degré d'ouverture des paysages qui composent les IV au niveau de leur cœur, de leurs périphéries et de leurs limites (tableau 7.2).

Paysage ouvert P1	Paysage semi-ouvert P1	Paysage fermé P1	Paysage ouvert P2	Paysage semi-ouvert P2	Paysage fermé P2	Paysage ouvert P3	Paysage semi-ouvert P3	Paysage fermé P3
31%	58%	12%	46%	46%	8%	35%	23%	42%

Tableau 7.2 : Pourcentage des différents types d'ouvertures de paysages (ouvert, semi-ouvert et fermé) pour les points de vues P1,P2 et P3 (Harold Strammer, 2018)

Végétation basse P1	Végétation moyenne P1	Végétation haute P1	Végétation basse P2	Végétation moyenne P2	Végétation haute P2	Végétation basse P3	Végétation moyenne P3	Végétation haute P3
100%	92%	38%	92%	77%	65%	69%	73%	81%

Tableau 7.3 : Pourcentage des différents types de végétation basse, moyenne et haute pour les points de vues P1,P2 et P3. Mise en lien de l'ouverture des paysages avec le type de végétation, on constate que la végétation moyenne et haute impact le plus le paysage. Cependant la présence de végétation basse n'induit pas forcément l'ouverture de ces derniers. (Harold Strammer, 2018)

- Ouverture :



Figure 7.8 : Exemples de paysages ouverts selon les 3 angles de vue, au sein des IV pour les points, PO 18 : P1 / PO 12 : P2 / PO 21 : P3 (Harold Strammer, 2018).

Pour les paysages ouverts, les résultats mettent en évidence que le point de vue P2 connaît le plus fort taux avec 46% des cas. Ensuite, il y a P3 avec 35% des cas, et plus surprenant c'est P1 qui possède le plus faible taux avec 31% (tableau 7.2).

Ceci remet en question une hypothèse établie précédemment : la présence de 100% de végétation basse, au niveau de P1, engendrerait les paysages les plus ouverts. On constate que P2, avec ses 92%, possède le pourcentage le plus élevée (tableau 7.2 et 7.3). Ceci montre que la végétation joue un rôle important, mais qu'elle n'est peut-être pas l'élément décisif pour cette caractéristique de paysage. Il est possible de supposer que se soit la végétation moyenne qui influence d'avantage l'ouverture du paysage par sa présence ou son absence.

Par contre, le résultat pour P3 vient appuyer l'idée que l'on rencontre moins de paysage ouvert au niveau des limites (tableau 7.2).

D'un point de vue paysager, l'ouverture se traduit le plus souvent par de grands espaces ouverts (figure 7.8). En effet, comme dis précédemment, dans la description de l'impact de la végétation basse sur le paysage, on constate que la présence d'agriculture, avec ses parcelles maraîchères et/ou les terres en jachères aura tendance à développer des espaces comparables à des plaines ou des clairières. En contradiction, les milieux humides engendrent des espaces linéaires qui emportent le regard au loin et génèrent l'ouverture des lieux.

- Semi-ouvert :



Figure 7.9 : Exemples de paysages semi-ouverts selon les 3 angles de vue, au sein des IV pour les points, PO 06 : P1 / PO 05 : P2 / PO 41 : P3 (Harold Strammer, 2018).

Dans le cas des paysages semi-ouvert, on remarque que le point de vue P1 possède la plus forte présence avec 58% des cas suivit de P2 avec 46% et P3 avec seulement 23% (tableau 7.2).

Dans cette situation, lorsque l'on cherche à comprendre quel type de végétation génère le plus de paysages semi-ouverts, on remarque que la supposition émise précédemment se confirme. La végétation moyenne, plus présente au niveau de P1, engendre la plus haute proportion pour ce type de paysage (tableau 7.2 et 7.3).

A l'inverse, on constate que P2 et P3 possède un pourcentage de paysages semis-ouverts plus faible avec 46% et 23%. Cependant, la présence de végétation moyenne est similaire. On peut donc supposer qu'un autre élément est à prendre en compte (tableau 7.2 et 7.3). Peut-être serait-ce parce que P3 connaît plus de paysages fermés ?

D'un point de vue paysager, ceci se traduit par des espaces ouverts obstruant ponctuellement la vue. Souvent, c'est la végétation moyenne qui joue ce rôle, au travers de bosquets et d'individus isolés, offrant des paysages plus rythmés. Ces espaces ont tendance à se fermer en arrière-plan par leur superposition (figure 7.9).

• Fermé :



Figure 7.10 : Exemples de paysages fermés selon les 3 angles de vue, au sein des IV pour les points, PO 28 : P1 / PO 49 : P2 / PO 29 : P3 (Harold Strammer, 2018).

Le point de vue P3 possède la plus forte présence de paysages fermés avec 42%, suivi à 12% pour P1 et 8% pour P2 (tableau 7.2). Ceci montre la très faible proportion de paysages fermés au sein des IV mais aussi qu'ils se situent principalement aux limites.

Cette si faible proportion au niveau de P1 et P2 vient sûrement de l'omniprésence du milieu humide, des cours d'eau et de l'agriculture qui ont tendance à générer des ouvertures dans le paysage (tableau 7.2).

Pour P3, ce haut pourcentage confirme que, si ce point de vue possède moins de paysages semi-ouverts, c'est parce que son contexte engendre une plus forte fermeture (tableau 7.2).

De plus, lorsque l'on met en lien ce phénomène avec le type de végétation rencontrée, on constate que la végétation haute est la plus présente. En effet, les caractéristiques physiques de cette dernière n'ont pas tendance à obstruer complètement le paysage (tableau 7.2 et 7.3).

Par contre et comme dis précédemment, il est possible que la végétation haute soit fortement liée au milieu urbain. De plus, ce dernier possède un impact fort sur l'environnement et a tendance à fermer les lieux (bâtiments, murs d'enceintes ou végétation ornementale par exemple les haies) (figure 7.10).

Cette analyse vient appuyer l'hypothèse que la végétation haute possède un lien étroit avec la présence du milieu urbain.

• Ouverture des paysages en lien avec la largeur des IV :

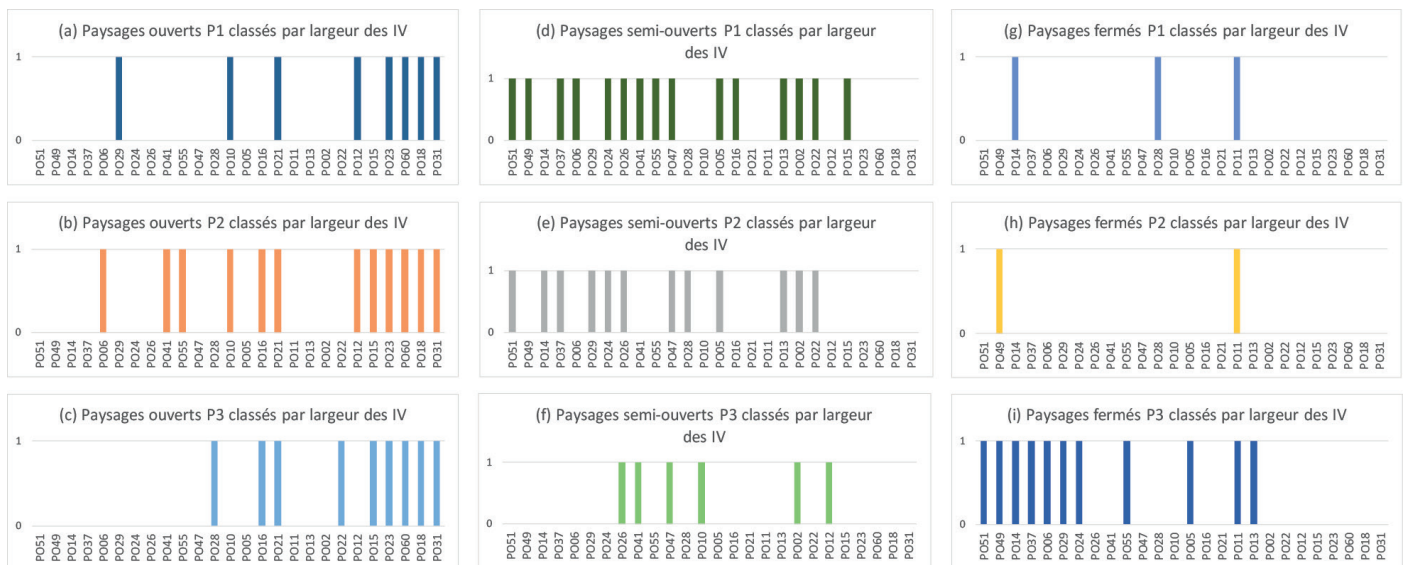


Figure 7.11 : Répartition de la présence du degré d'ouverture des paysages (ouvert, semi-ouvert et fermé) pour les points de vue P1, P2 et P3 en fonction de la largeur des IV. En ordonnées: absence (0) ou présence (1) du degré d'ouverture des paysages et en abscisses : points d'observation classés de manière croissante en fonction de la largeur des IV, (Harold Strammer, 2018).

Lorsque l'on observe les graphiques ci-dessus, on constate que la largeur des IV possède un impact conséquent sur l'ouverture des paysages (figure 7.11). Leur répartition est influencée le long d'un gradient, allant de l'IV la moins large à celle la plus large.

Pour les paysages ouverts, on constate qu'au plus les IV deviennent larges, au plus les paysages auront tendance à s'ouvrir. En effet, au plus celles-ci sont larges au plus elles libèrent de l'espace permettant l'ouverture des paysages. Ce phénomène est visible pour les 3 angles de vue (figure 7.11 (a),(b),(c)).

Dans le cas des paysages semi-ouverts, on remarque que pour P1 et P2, ils sont présents principalement au niveau des IV de petites et moyennes tailles. Leurs répartitions se fait avec une certaine uniformité (figure 7.11 (d),(e)).

Par contre, pour P3, il y a une plus forte concentration des paysages semi-ouverts vers les IV de tailles moyennes (figure 7.11 (f)). Dans cette situation, le fait qu'elles soient moins grandes engendrent moins d'espaces et donc augmente les chances d'avoir des éléments qui obstruent la vue.

Le nombre de paysages fermés, dans les cas P1 et P2, est trop faible pour espérer faire ressortir des tendances (figure 7.11 (g),(h)). Cela montre qu'au niveau de ces points de vue on rencontre très peu de paysages de ce type. Par contre, au niveau de P3 on peut voir clairement l'influence de la taille de l'IV. En effet, au plus elles sont petites au plus les paysages auront tendances à être fermés (figure 7.11 (i)).

- Ouverture des paysages en lien avec l'éloignement de l'IV par rapport au centre-ville :

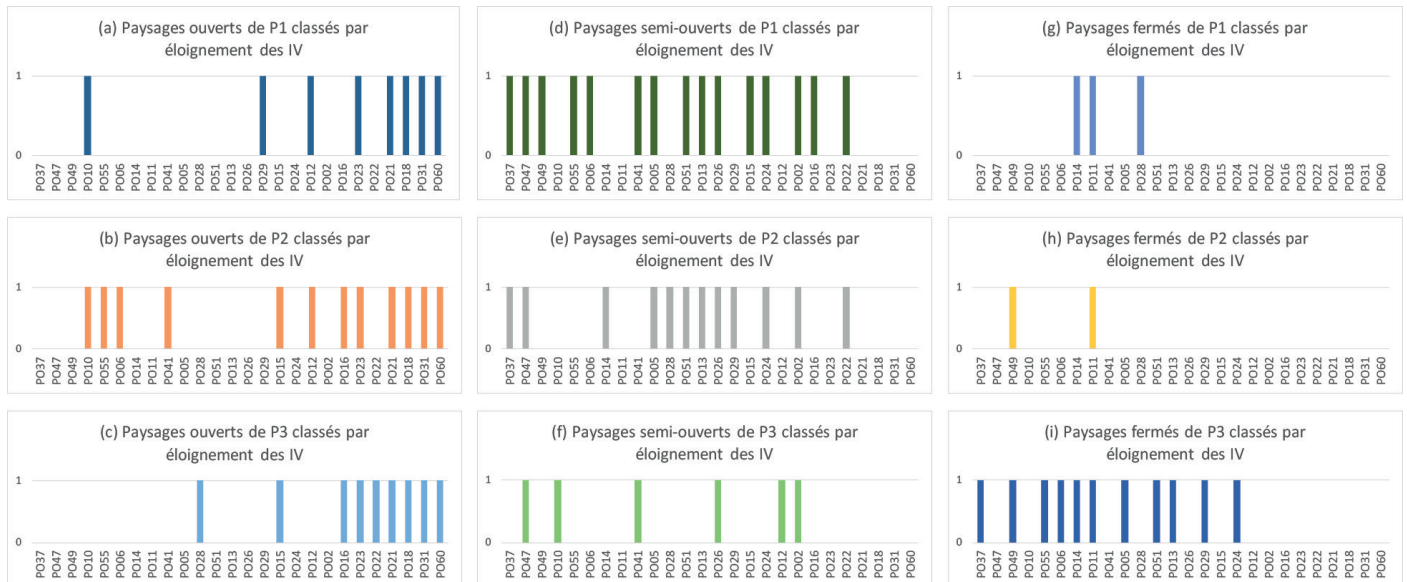


Figure 7.12 : Répartition de la présence du degré d'ouverture des paysages (ouvert, semi-ouvert et fermé) pour les points de vue P1, P2 et P3 en fonction de l'éloignement des IV par rapport au centre-ville. En ordonnées: absence (0) ou présence (1) du degré d'ouverture des paysages et en abscisses : points d'observation classés de manière croissante en fonction de l'éloignement des IV par rapport au centre-ville (Harold Strammer, 2018).

Lorsque l'on observe les graphiques ci-dessus, on constate que l'éloignement des IV par rapport au centre-ville possède un impact conséquent sur l'ouverture des paysages. Leur répartition est influencée le long d'un gradient, allant de l'IV la moins éloignée à celle la plus éloignée (figure 7.12).

Pour les paysages ouverts, on constate qu'au plus les IV sont éloignées, au plus les paysages auront tendance à s'ouvrir. Cependant, pour P2, on remarque une certaine concentration de ce type de paysage au niveau de certains points d'observation proches du centre-ville. Cette observation est sûrement engendrée par quelques IV plus larges proches du centre (figure 7.12 (b)).

De manière globale ceci est lié : au plus elles sont éloignées au plus elles sont larges (figure 7.12 (a),(b),(c)).

Dans le cas des paysages semi-ouverts, on constate une répartition plus ou moins homogène de ce type de paysages, principalement au niveau des IV moyennement éloignées et proches du centre. Encore une fois ceci est sûrement en lien avec leur largeur (figure 7.12 (d),(e),(f)).

Lorsque que l'on s'intéresse aux paysages fermés, le peu de cas pour P1 et P2 empêche d'observer des tendances (figure 7.12 (g),(h)). Par contre, pour P3 on constate, une plus forte concentration de ce type de paysages au niveau des IV proches du centre (figure 7.12 (i)). Ceci peut être lié à l'urbanisation qui est plus dense au plus on se rapproche du centre et donc aura tendance à fermer l'espace.

De manière générale, le lien qui existe entre la largeur des IV et leur éloignement avec le degré d'ouverture des paysages, produit des résultats assez similaires. Il existe une forme de gradation, les IV larges et éloignées engendrent des paysages ouverts, et les petites IV proches du centre engendrent des paysages fermés (figure 7.12). Ceux semi-ouvert se situent dans un entre deux. Cette situation est particulièrement visible au niveau de P3 (figure 7.12 (c),(f),(i)). Il est possible de penser que cela est dû à l'influence de la ville sur les IV. Ces dernières sont impactées par le style de constructions et par le type d'urbanisation moins dense, rencontrée en périphérie de la ville.

7.6. - Résultats : spécificités des limites :

Après l'intérêt porté au cœur des IV, cette partie de l'analyse cherche à répondre à une série de questionnements concernant la nature de la périphérie ou l'interface qui existe entre les IV et le milieu urbain qui les entoure.

Il en ressort que les IV de Lubumbashi s'implantent au sein d'un contexte très urbain. En effet dans 92% des cas des éléments bâtis étaient visibles au niveau des points d'observation. Lorsque l'on s'intéresse à leur implantation au travers des points de vue 2 et 3, on constate qu'ils sont principalement visibles en périphérie (voir partie 6.6.1 et 6.6.2). Par la suite, on remarque que les limites sont aussi fortement composées de végétation. En effet, au niveau du point de vue 2, on remarque une présence à 81% de végétation et pour le point 3 une présence à 85% (voir partie 6.6.1 et 6.6.2). Ceci indique donc que la limite des IV est principalement composée de végétation et d'éléments bâtis. C'est donc là que la plupart des interactions entre ces deux milieux se produisent et c'est pour cela qu'il est pertinent de s'intéresser à la nature de ces interfaces, pour mieux comprendre les rapports qu'ils entretiennent et les paysages qu'ils génèrent.

7.6.1 - Type de limites :

L'une des premières recherches dans cette partie est d'identifier, pour chaque point d'observation, comment la transition s'effectue entre le milieu végétal des IV et l'urbain. C'est ainsi que l'on remarque, la présence de trois types de limites. Elles ont une répartition plus ou moins uniforme avec une légère dominance de la limite floue.

Limite floue	Limite marquée	Limite nette
42%	31%	27%

Tableau 7.4 : pourcentages de présence pour les trois types de limites au niveau des points d'observation (P1, P2 et P3) (Harold Strammer, 2018).



Figure 7.13 : Exemples de limites floues au niveau des angles de vue P2 et P3 pour le point, PO 16 : P2 / P3 (Harold Strammer, 2018).

• Floues :

La limite floue est la plus présente avec 42% (tableau 7.4). Dans cette situation, les paysages qui sont engendrés par la rencontre des deux milieux ont conservés, lors de la transition, une ambiance similaire à celle ressentie au sein des IV. Un équilibre, une symbiose, entre les deux milieux, s'est constitué au fil du temps, la ville et l'IV ne font plus qu'un.

Le plus souvent, le lien paysager avec l'IV est conservé grâce à la végétation

basse de type herbacée ou de type agricole, composé du maraîchage et d'arbustes (figure 7.13). Dans certains cas, il est possible d'avoir la présence du milieu humide qui se prolonge au sein de la ville, le plus souvent sous la forme de canaux-égouts creusés dans le sol. Ces derniers proviennent des milieux urbains, pour évacuer les eaux usées dans le cours d'eau des IV. Ce résultat indique que Lubumbashi possède une légère tendance à développer d'avantage ce type de paysages et relations avec ses IV (tableau 7.4).



Figure 7.14 : Exemples de limite marquée au niveau des angles de vue P2 et P3 pour le point, PO 12 : P2 / P3 (Harold Strammer, 2018).

• Marquées :

Les limites marquées sont présentes dans 31% des cas (tableau 7.4). Ceci induit des paysages qui se situent dans un entre-deux. On ressent encore l'influence de l'ambiance de l'IV mais le milieu adjacent possède un tel impact, que cette dernière ne peut plus être considérée comme tel. Cette impression de toujours ressentir la présence de l'IV provient de la forte densité de végétation visible aux

alentours. Sur le terrain, on constate souvent que la végétation arborée favorise cette rupture (figure 7.13). En effet, comme présenté précédemment, les arbres sont très peu présents au cœur des IV et on les retrouve plus souvent dans un contexte urbain. Leur identité végétale donne l'impression d'une forme de prolongement de l'IV dans ce milieu. Mais le lien avec les parcelles bâties montre une modification de la structure et de l'utilisation du paysage par les populations. Cela fini par produire une limite marquée.

• **Nettes :**

Les limites considérées comme nettes sont présentes dans 27% des cas (tableau 7.4). Ceci engendre une différence paysagère brutale, induite le plus souvent par un contexte urbain adjacent beaucoup plus dense que celui rencontré pour les limites précédentes. Dans cette situation, la présence d'habitations, entourées de petites parcelles murées, accolées les unes aux autres, donne une ambiance beaucoup plus urbaine et minérale qui est en totale rupture avec celle des IV. La limite est donc parfaitement identifiable, il est facile de ressentir lorsque l'on se situe dans l'IV ou en dehors (figure 7.14). Cette limite peut aussi être générée par la présence d'une large voie de communication, qui marque la fin de l'IV par ses caractéristiques infranchissables. La brutalité de cette limite est plus souvent ressentie au niveau de P3, par la présence de l'urbain. Pour P2, elle est bien moins perçue comme tel car la forte présence de végétation depuis cet angle l'atténue (figure 7.14).



Figure 7.15 : Exemples de limite nette au niveau des angles de vue P2 et P3 pour le point, PO 55 : P2 / P3 (Harold Strammer, 2018).

• **Type de limites en lien avec la largeur des IV et leur éloignement par rapport au centre-ville :**

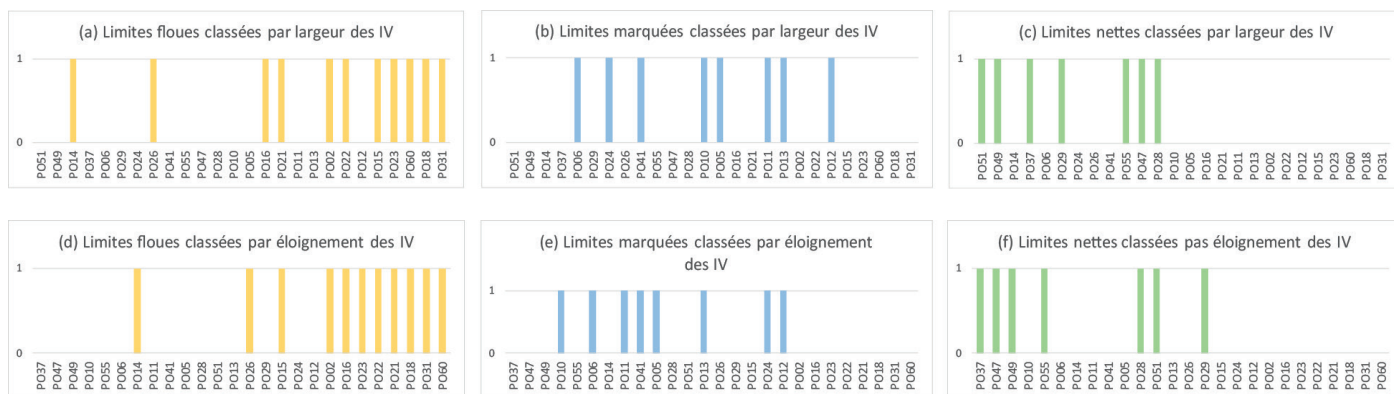


Figure 7.16 : Répartition des types des limites (floue, marquée et et nette) pour les points de vue P1, P2 et P3 en fonction de la largeur des IV ((a),(b),(c)) et en fonction de l'éloignement des IV par rapport au centre-ville ((d),(e),(f)). En ordonnées: absence (0) ou présence (1) des différents types de limites et en abscisses : points d'observation classés de manière croissante en fonction de la largeur ((a),(b),(c)) et de l'éloignement des IV par rapport au centre-ville ((d),(e),(f)) (Harold Strammer, 2018).

Lorsque l'on met en rapport le type de limites avec la taille des IV ou l'éloignement, on constate que ces derniers sont fortement liés entre elles (figure 7.15). En effet, pour les limites floues, celles-ci se situent principalement au niveau des IV de grandes tailles et éloignées du centre (figure 7.15 (a),(d)). Ceci étant induit par une influence plus faible de la ville.

Dans le cas contraire, on remarque que celles qui possèdent des limites nettes, sont présentes principalement au niveau des IV de petites tailles et proches du centre-ville (figure 7.15 (c),(f)). Ceci étant induit par un contexte urbain beaucoup plus présent et plus dense.

Les limites marquées ont été présentées comme étant dans une structure intermédiaire. Ceci s'est aussi reflété au niveau de leur répartition au sein de la ville, car elles sont visibles principalement au niveau des IV de tailles moyennes et moyennement éloignées du centre-ville (figure 7.15 (b),(e)).

Cette situation met en avant une tendance : plus les IV sont proches du centre, plus elles rétrécissent et plus la nature de leurs limites va tendre vers une rupture entre les deux milieux.

7.6.2 - Perméabilité des limites :

Cette partie s'intéresse à l'impact physique que les IV possèdent au niveau de leurs limites. Quel est le degré de perméabilité de ces limites ? Comment sont-elles accessibles depuis la ville ?

Limite perméable	Limite semi-perméable	Limite imperméable
65%	31%	4%

Tableau 7.5: Pourcentages de présence du degrés de perméabilité des limites au niveau des points d'observation (P1, P2 et P3) (Harold Strammer, 2018).

• Perméable :



Figure 7.17 : Exemple d'IV qui possède des limites perméables au niveau du point PO 15. On constate la présence de nombreux cheminements qui pénètrent dans l'IV depuis les quartiers adjacents. (Harold Strammer, 2018).



Figure 7.18 : Exemples de cheminements visibles au cœur de l'IV pour le point PO 15 (Harold Strammer, 2018).

Ce type de limite est le plus rencontré pour cette catégorie, avec une présence dans 65% (tableau 7.5). Cette perméabilité est probablement induite par le statut que possèdent certains terrains au sein des IV. Ces derniers semblent être publics ou ont très peu de signes qui montrent une réelle privatisation. Il n'y a pas d'éléments physiques cherchant à empêcher leurs accès et le comportement des populations alentours ne montrent aucun signe de possession des terres. La structure des cheminements favorise cette perméabilité, le plus souvent les rues qui structurent les quartiers sont orientées perpendiculairement en se connectant aux IV. Elles sont alors prolongées par des cheminements pédestres qui y pénètrent et donnent accès aux différentes activités qu'elles accueillent. Ce phénomène est encore plus prononcé lorsqu'il y a présence d'agriculture, où la multitude de chemins autour des cultures sont utilisés par de nombreuses personnes (figure 7.16 et 7.17).

Lorsque l'on observe le graphique ci-dessous (figure 7.18) qui met en lien la perméabilité avec les différentes activités anthropiques, on constate le plus souvent que leur présence induit ce type de limites. D'un point de vue paysager, cela accentue le lien entre la ville et les IV et rend plus difficile la dissociation entre les deux. Lorsque ceci est mis en relation avec la présence de limites floues, on constate que les limites perméables sont favorisées (figure 7.19).

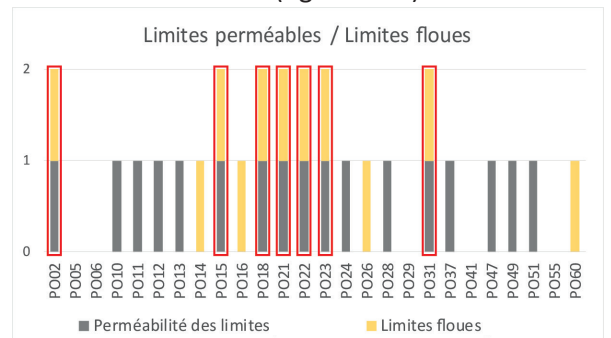
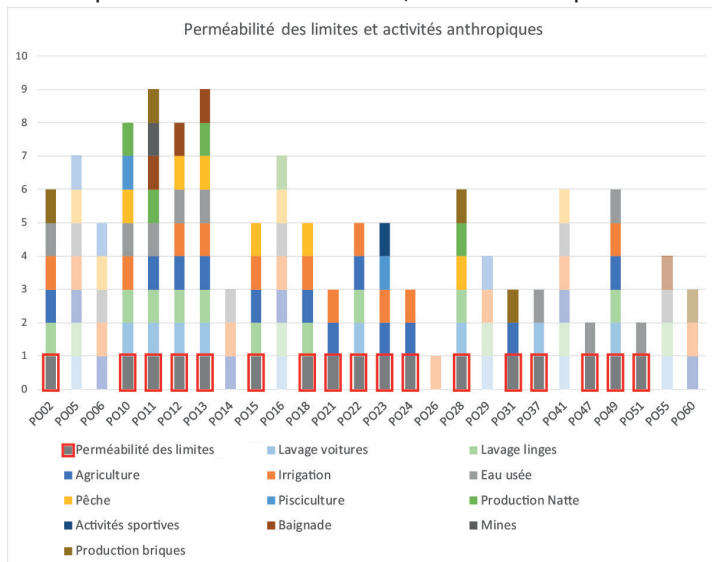


Figure 7.19 : Mise en relation de la présence des limites perméables avec les limites floues. On constate que la présence de limites floues est souvent liée à celle de limites perméables (Harold Strammer, 2018).

Figure 7.20 : Mise en relation de la présence des limites perméables avec les activités anthropiques. On remarque que la présence des limites perméables est très souvent liée à celle d'activités anthropiques (Harold Strammer, 2018).

- Semi-perméable :

Des limites semi-perméables ont été observées dans 31% des cas (tableau 7.5). Dans cette situation, on constate une privatisation beaucoup plus forte au niveau de la périphérie des IV, elles semblent être la prolongation de parcelles privées, qui sont le plus souvent bâties. On a donc d'avantage le sentiment de pénétrer sur une propriété qui semble privatisée.

Malgré cela, dans tous les cas, l'accès aux IV reste possible et se fait au travers de petits cheminements secondaires, similaires à une forme de servitude de passage (figure 7.21).

Ceci rend les IV accessibles, mais plus difficilement, il y a un effort à fournir pour y pénétrer, qui induit une forme de doute. Dans cette situation, le plus souvent lors des sorties de terrain, une prise de contact pour l'accès aux IV a été établie avec les personnes aux alentours.



Figure 7.21 : Exemple d'IV qui possède des limites semi-perméables au niveau du point PO 41. On constate que se sont les parcelles d'habitations qui génèrent la perméabilité des lieux. (Harold Strammer, 2018).



Figure 7.22 : Exemples des parcelles d'habitations visibles en périphérie de l'IV pour le point PO 41 (Harold Strammer, 2018).

- Imperméable :

Les limites imperméables représentent 4% de l'ensemble des limites rencontrées (tableau 7.5), ce qui en fait le résultats le plus surprenant. Cela signifie que les IV ne sont presque jamais inaccessibles. C'est un cas extrême de privatisation de terre au sein d'une IV, pour la construction de 3 villas. C'est le seul point d'observation ou cette situation a été rencontrée (figure 7.22 et 23).



Figure 7.23 : Exemple d'IV qui possède des limites imperméables au niveau du point PO 55. (Harold Strammer, 2018).



Figure 7.24 : Exemples de limite imperméable visible en périphérie de l'IV, au niveau d'habitations dont les parcelles sont entièrement murées pour le point PO 55 (Harold Strammer, 2018).

A part cela, quelques formes de privatisation ont été observées, sur la totalité des points d’observation, mais finalement toujours accessibles, avec plus ou moins de facilité. Il existe très peu de signes, dans le paysage, montrant un réel désir de les rendre inaccessibles. On peut supposer qu’au travers de leurs utilisations et la dépendance de toute une partie de la population, elles gardent la fonction d’espace public.

Ces résultats montrent qu’en général, les IV ont tendance à être facilement accessible au sein de la ville de Lubumbashi. De plus, ceci a été expérimenté lors des sorties de terrains. Au final, on constate qu’il est très difficile de définir le statut des terrains. Sont-ils privés ? publics ? en location ? ou juste utilisés, car les terres sont disponibles ?

• Perméabilités limites en lien avec la largeur des IV et leurs éloignements par rapport au centre-ville :

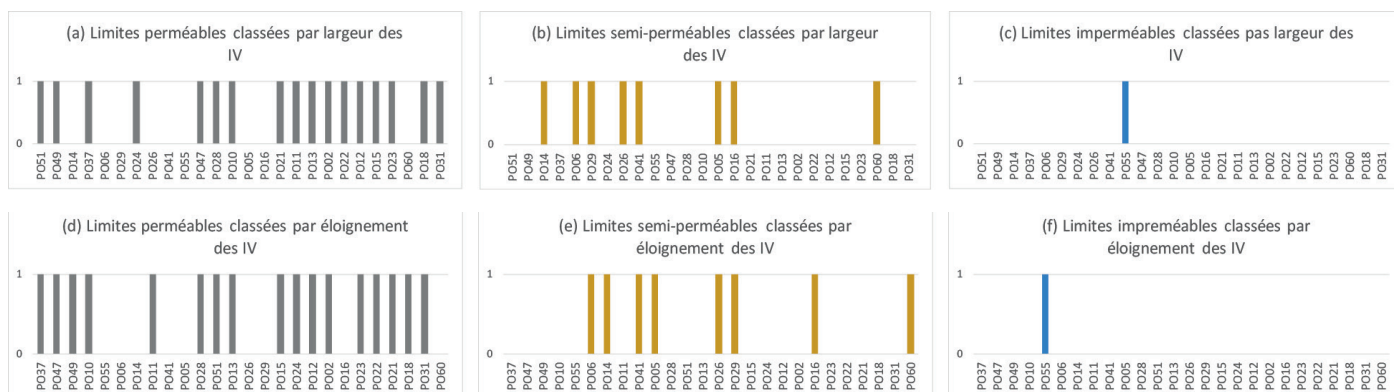


Figure 7.25 : Répartition du degré de perméabilité des limites (perméable, semi-perméable et imperméable) pour les points de vue P1, P2 et P3 en fonction de la largeur des IV ((a),(b),(c)) et en fonction de l’éloignement des IV par rapport au centre-ville ((d),(e),(f)). En ordonnées: absence (0) ou présence (1) des différents degrés de perméabilité des limites et en abscisses : points d’observation classés de manière croissante en fonction de la largeur ((a),(b),(c)) et de l’éloignement des IV par rapport au centre-ville ((d),(e),(f)) (Harold Strammer, 2018).

Lorsque l’on met en lien la perméabilité des IV avec leur largeur et leur éloignement, on constate qu’elles ont une faible influence sur ces derniers. Premièrement, leur impact est extrêmement similaire, il n’y a donc pas vraiment de dissociation à faire entre les deux (figure 7.24).

En observant la répartition des limites perméables, on remarque qu’elle se fait de manière plus ou moins égale. Il y a, tout de même, une forme de concentration plus élevée au niveau des IV larges, éloignées du centre-ville. Ceci s’explique sûrement par une densité moins forte de l’urbanisation, ainsi que par le style de construction en périphérie de la ville, induisant des pressions plus faibles sur les limites et donc une accessibilité plus facile (figure 7.24 (a),(d)).

Pour la limite semi-perméable c’est l’effet inverse qui est présent, avec une tendance, pour ce type de limites, à être plus présentes au niveau des IV moins larges et plus proches du centre-ville. Ceci étant aussi lié au milieu urbain adjacent plus dense qui, dans cette situation, induit une pression plus forte au niveau des limites et rend les IV moins accessibles (figure 7.24 (b),(e)).

Pour les limites imperméables, un seul cas ne permet pas d’observer des tendances (figure 7.24 (c),(f)).

7.6.3 - La transversalité des limites :

De manière à compléter cette analyse, les deux points ci-dessous vont s’intéresser à la perception des limites depuis le milieu urbain. Le premier point observe la continuité végétale et cherche à comprendre comment se produit la transition végétale le long du transect. Le deuxième est la possibilité d’observer le cœur de l’IV depuis ses limites.

Discontinuité végétale	Continuité végétale	Cœur visible
42%	38%	31%

Tableau 7.6 : Tableau des pourcentages de présence pour la continuité et discontinuité végétale ainsi que la visibilité du cœur des IV au niveau des points d’observation (Harold Strammer, 2018).

• Continuité végétale :

La continuité végétale consiste à observer la répartition de la végétation le long du transect en partant du cœur de l’IV vers ses limites. Dans le cas où elle est similaire sur toute la longueur de ce dernier on parle de continuité végétale. Dans le cas contraire on parle de discontinuité végétale.

Les résultats montrent que dans 42% des cas il y a continuité végétale et que dans 58% des cas la situation est inversée (tableau 7.6).

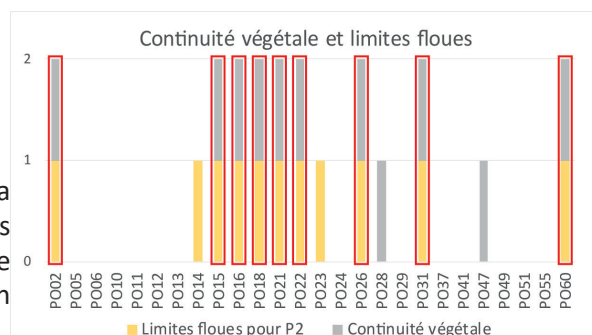


Figure 7.26 : Mise en relation de la présence des continuités végétale avec les limites floues. On constate que la présence de continuité végétale est souvent liée à celle de limites floues (Harold Strammer, 2018).

D'un point de vue paysager, la continuité végétale appuie l'impact des IV sur l'environnement adjacent. Le paysage au niveau des limites est alors fortement similaire à celui présent en leur sein. C'est principalement sur l'impact physique de cette végétation que la continuité se fait ressentir. En effet, la végétation, pour les deux milieux, garde une homogénéité au niveau de ces dimensions/ caractéristiques. Dans ce cas, il y a souvent une interrelation entre les deux paysages, ce qui induit la présence d'une limite floue (figure 7.25).

A l'inverse, la discontinuité végétale montre une rupture entre le paysage de l'IV et celui du milieu adjacent. Dans cette situation, la limite de l'IV est très souvent mise en valeur par la confrontation de deux paysages. Cette différence est générée par un changement du type de végétation. L'un étant constitué principalement de végétation basse et moyenne, l'autre est beaucoup plus influencé par le milieu urbain qui induit une végétation haute. En effet, lorsque que l'on compare la présence de végétation discontinue avec celle de type haut au niveau de P3, on constate que les deux sont fortement liées (figure 7.26). De plus, on remarque le même type de lien lorsque l'on compare la présence de discontinuité avec celle de limites marquées et nettes (figure 7.27).

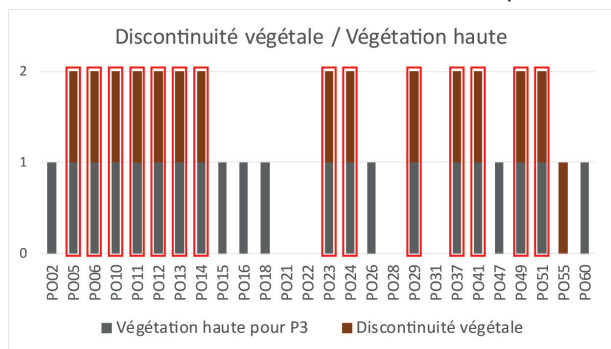


Figure 7.27 : Mise en relation de la présence de discontinuité végétale avec celle de végétation haute. On constate que la présence de discontinuité végétale est souvent liée à celle de végétation haute (Harold Strammer, 2018).

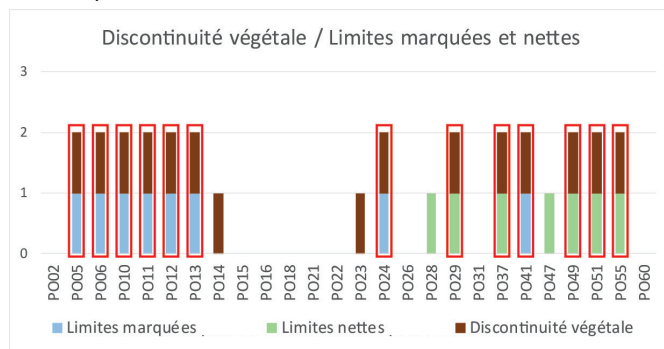


Figure 7.28 : Mise en relation de la présence de discontinuité végétale avec celle de limites marquées et nettes. On constate que la présence de discontinuité végétale est souvent liée à celle de limites marquées et nettes (Harold Strammer, 2018).

Ensuite, lorsque l'on s'intéresse à l'influence de la largeur et l'éloignement des IV, on constate que ces deux facteurs ont un impact sur la continuité végétale.

En effet, les IV larges et éloignées du centre possèdent une plus grande tendance à développer une continuité végétale (figure 7.28 (a) et 7.29 (a)). Alors que les petites IV proches du centre-ville auront plus tendance à développer une discontinuité végétale (figure 7.28 (b) et 7.29 (b)). Encore une fois plus l'espace devient urbanisé, plus une rupture forte va être générée entre son milieu et celui de la ville.

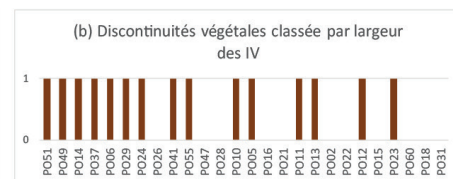
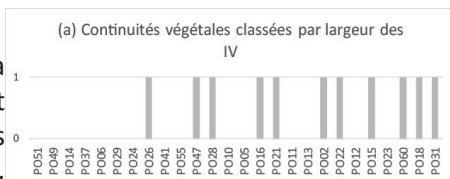


Figure 7.29 : Répartition de la présence de continuité et discontinuité végétale en fonction de la largeur des IV. En ordonnées: absence (0) ou présence (1) de continuité et discontinuité végétale et en abscisses : points d'observation classés de manière croissante en fonction de la largeurs des IV, (Harold Strammer, 2018).

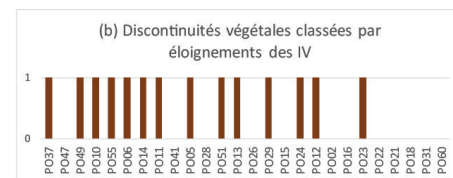
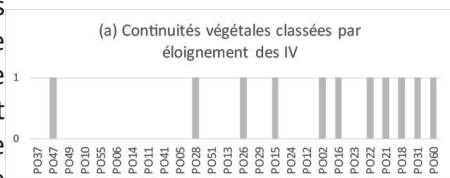


Figure 7.30 : Répartition de la présence de continuité et discontinuité végétale en fonction de la largeur des IV. En ordonnées: absence (0) ou présence (1) de continuité et discontinuité végétale et en abscisses : points d'observation classés de manière croissante en fonction de l'éloignement des IV par rapport au centre-ville (Harold Strammer, 2018).

• Cœur visible :

Cette partie se base principalement sur l'observation des photographies réalisées au niveau de P3. Elle cherche à définir si le cœur de l'IV est visible depuis ses limites. Cet aspect est pris en considération car il montre l'influence que ces dernières peuvent avoir sur le paysage de la ville. En effet, si le cœur est visible, ce dernier vient générer une ouverture sur un nouveau paysage et donc les limites influencent l'environnement urbain. Le sentiment n'est pas le même lorsque l'on se retrouve face à un bâtiment entouré d'une haie ou face à un grand espace verdoyant. De plus, ceci peut induire chez la population une forme de prise de conscience sur l'existence des IV au sein de la ville (figure 7.30).



Figure 7.31 : Exemples de visibilité du coeur des IV pour les points PO 10 / PO28 (Harold Strammer, 2018).



Figure 7.32 : Exemples du cœur non visible des IV pour les points PO 06 / PO 12 (Harold Strammer, 2018).

C'est ainsi que l'on constate que dans 58% des cas le cœur de l'IV est observable (tableau 7.6).

Par exemple, lorsque l'on compare la présence d'un paysage ouvert au niveau de P3, avec la possibilité d'observer le cœur de l'IV, on constate que les deux situations sont toujours liées. Le cœur de l'IV visible génère un sentiment d'ouverture en milieu urbain, preuve de l'impact qu'elles peuvent avoir sur la ville (figure 7.32).

Cette partie se base principalement sur l'observation des photographies réalisées au niveau de P3. Elle cherche à définir si le cœur de l'IV est visible depuis ses limites. Cet aspect est pris en considération car il montre l'influence que ces dernières peuvent avoir sur le paysage de la ville. En effet, si le cœur est visible, ce dernier vient générer une ouverture sur un nouveau paysage et donc les limites influencent l'environnement urbain. Le sentiment n'est pas le même lorsque l'on se retrouve face à un bâtiment entouré d'une haie ou face à un grand espace verdoyant. De plus, ceci peut induire chez la population une forme de prise de conscience sur l'existence des IV au sein de la ville.

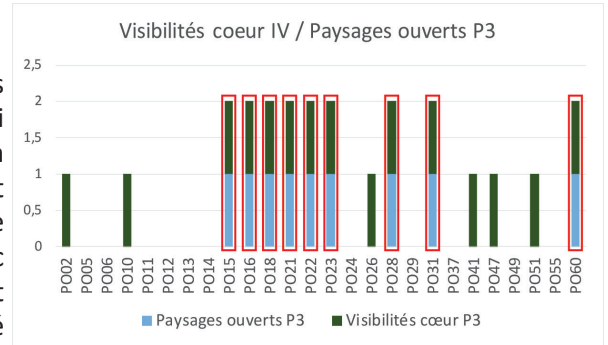


Figure 7.33 : Mise en relation de la visibilité du cœur des IV avec les paysages ouverts au niveau de P3. On constate que la visibilité du cœur est souvent liée à celle des paysages ouverts au niveau de P3 (Harold Strammer, 2018).

Ensuite, lorsque l'on s'intéresse à l'influence de la largeur et l'éloignement des IV, on constate qu'ils ont un impact léger sur la possibilité d'observer le cœur des IV (figure 7.33). En effet, plus les IV sont larges et éloignées du centre-ville au plus leur cœur aura tendance à être visible. Ceci montre une tendance générale au sein de la ville, au plus celle-ci devient densément urbanisée, au plus les IV sont reléguées au second plan. Par conséquent, la rupture entre les deux milieux devient forte.

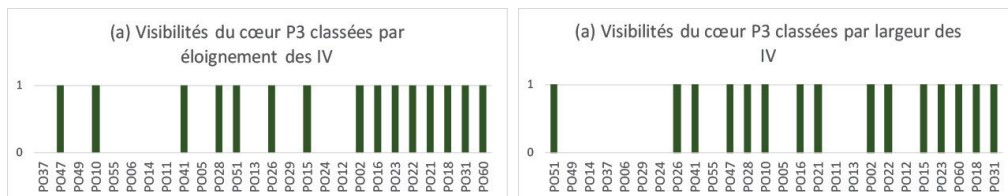


Figure 7.34 : Répartition de la visibilité du cœur des IV en fonction de leur éloignement par rapport au centre-ville (gauche) et en fonction de la largeur des IV (droite). En ordonnées: absence (0) ou présence (1) de la visibilité du cœur et en abscisses : points d'observation classés de manière croissante en fonction de la largeur (droite) et de l'éloignement des IV par rapport au centre-ville (gauche) (Harold Strammer, 2018).

8 - PARTIE 4 : Conclusion et discussion:

8.1 - Conclusion : Le statut des couloirs végétalisés de Lubumbashi :

En conclusion, il est possible de se demander si les IV qui parcourent la ville de Lubumbashi possèdent réellement le statut d'infrastructures vertes ou au moins le potentiel pour le devenir.

Pour y répondre, cette synthèse se base sur la figure 8.1 et reprend les grands principes qui constituent une IV. Elle cherche à définir un degré de présence, une absence ou potentialité pour la ville de Lubumbashi.

Une graduation a donc été mise en place pour définir le degré de présence de chaque principe.

- - 1 : ce principe ne pourra jamais être présent chez les IV.
- 0 : ce principe n'est pas présent, mais il y a la potentialité pour qu'il soit complété.
- 1 : certains éléments du principe sont présents et d'autres absents, mais avec la potentialité qu'ils soient complétés.
- 2 : ce principe est complètement présent au sein de l'IV.

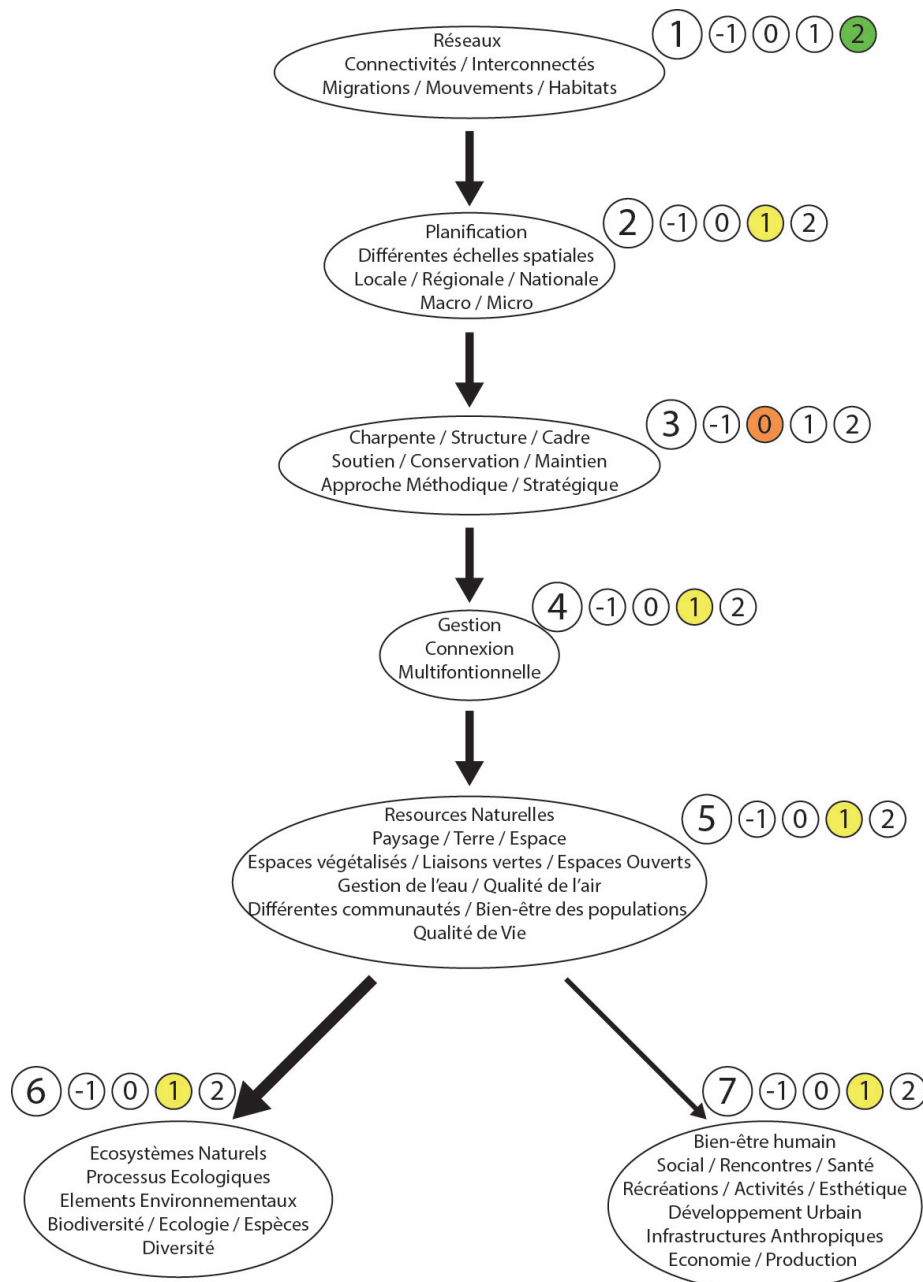


Figure 8.1 : Présentation de l'enchaînement et de la hiérarchisation des grands principes qui composent les IV et leurs degrés de présence, d'absence ou potentialité pour la ville de Lubumbashi. Une graduation a donc été mise en place pour définir le degré de présence de chaque principe ; - 1 : ce principe ne pourra jamais être présent chez les IV ; 0 : ce principe n'est pas présent, mais il y a la potentialité pour qu'il soit complété ; 1 : certains éléments du principe sont présents et d'autres absents, mais avec la potentialité qu'ils soient complétés ; 2 : ce principe est complètement présent au sein de l'IV. Réalisation personnelle (inspirée par : Farina, 1998 ; Mell C. I., 2015 ; Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006 ; Williamson K. S., 2003).

Le principe 1 possède un degré de 2, il est le seul pour le moment à être parfaitement présent au sein des IV. En effet, la cartographie des IV met en avant un réseau interconnecté. La présence d'eau courante et de milieux humides, pour tous les points d'observation, montre que ce réseau engendre une continuité écosystémique qui permet sûrement des déplacements et des migrations à l'échelle de ville.

Le principe 2 possède un degré de présence de 1, car les IV de Lubumbashi ont un impact sur plusieurs échelles spatiales. Les cartographies et le lien avec un réseau hydrique plus large montrent des connexions à un ensemble plus vaste d'espaces végétalisés autour de la ville. Ensuite, l'étude de leur composition et des services qu'elles rendent, démontre l'impact à l'échelle locale pour les populations végétales, animales et humaines. Par contre, elles ne font partie d'aucune planification, elles ne sont que des espaces résiduels, engendrés par la croissance urbaine.

Pour le 3, le degré de présence est 0. Ceci découle de l'absence de planification. En effet, si cette dernière est absente, les IV ne peuvent pas remplir un rôle de structure ou de soutien au développement urbain. Elles ne sont que très peu prises en considération par les habitants et les politiques, qui ne les incluent pas dans la croissance de la ville. Mais, ce principe a la potentialité d'être appliqué, car il n'est que dépendant d'orientations et de décisions politiques.

Le quatrième point possède un degré de présence de 1, car les résultats mettent en avant une multifonctionnalité de la part des IV. Au travers des services qu'elles rendent à la ville, de leur utilisation par la population, de leur possible soutien à la biodiversité au travers des milieux humides et végétales. Par contre, encore une fois, le manque de politiques autour de ce réseau, ne permet pas d'avoir une gestion réfléchie, pour une action à l'échelle de la ville entière.

Le principe 5 possède un degré de présence de 1, car les IV permettent l'accès à de nombreuses ressources pour les habitants. Elles mettent à disposition des terres pour l'agriculture, servent de réservoir tampons pour les inondations qui alimentent les terres en nutriments. Elles donnent accès à l'eau, elles possèdent un impact sur le paysage de la ville, elles mettent à disposition des espaces publics végétalisés et bien d'autres. Par contre, la forte présence de pollution ne participe pas à une bonne gestion de l'eau (purification) et à de nombreux endroits les pressions anthropiques anarchiques ne participent pas au bien-être des populations.

Le point 6 a été le plus difficile à analyser. En effet, il n'a pas été possible de définir scientifiquement si les IV de la ville de Lubumbashi possédaient la capacité à soutenir la biodiversité. Cela induit donc que ce principe indispensable possède ici un degré de présence de 1.

De nombreux éléments laissent supposer qu'elles ont un impact très positif sur la biodiversité et qu'elles sont sûrement le service le mieux rempli par ces IV. De plus, elles sont sûrement la seule structure au sein de la ville qui permet un véritable accueil de la biodiversité. Elles génèrent, dans la ville, de grands espaces semi-naturels, une continuité surfacique et écosystémique grâce au réseau hydrique des espaces végétalisés, elles permettent la rencontre de plusieurs écosystèmes, ce qui induit plus de diversité et accueillent de nombreux processus écologiques. Tous ces éléments laissent supposer une potentialité très élevée d'accueil et de soutien à la biodiversité.

Mais tant que ce principe n'est pas réellement démontré au sein de Lubumbashi, ce réseau ne pourra jamais être considéré comme une infrastructure verte.

Le principe 7, possède un degré de présence de 1 car, pour le moment, les IV ne participent pas à un développement urbain de la ville et encore moins sous une optique durable. De plus, la très forte présence de pollution ne permet pas d'avoir un réel impact sur la santé des populations.

Cependant, elles possèdent un fort impact sur les populations, grâce à un soutien économique au travers de nombreuses activités comme l'agriculture urbaine qui lutte contre la pauvreté et la malnutrition. Elles offrent aussi un lieu permettant des rencontres sociales.

Au final, elles soutiennent une grande partie de la population, mais avec une gestion appropriée elles pourraient avoir un impact encore plus conséquent.

En conclusion, il est possible d'affirmer que le réseau d'IV de Lubumbashi possède bien son statut d'infrastructure verte, mais de manière non officielle. Toutefois, elles possèdent un immense potentiel. Ce travail cherchait à mettre en lumière que les IV, à ce stade de développement de la ville, ont encore l'opportunité et la potentialité d'être complétées pour permettre un développement durable.

Il est donc important que les autorités se rendent compte au plus vite de leur existence, pour les préserver et éviter de perdre les opportunités qu'elles pourraient engendrer. Elles doivent être pensées et gérées comme une seule entité dans la ville et de manière spécifique à l'échelle locale.

8.2 - Discussion :

Ce travail avait comme hypothèse :

- Les couloirs de végétation ont le statut ou le potentiel d'être définis comme des Infrastructures Vertes.

Et cette hypothèse a été confrontée à 4 objectifs :

- Le premier a défini une cartographie des couloirs de végétation au sein de la ville.
- Le deuxième a établi la composition des couloirs de végétation qui parcourent la ville.
- Le troisième a identifié les paysages générés par ces IV et a analysé les interactions qu'ils possèdent au niveau de leurs limites.
- Le quatrième a défini si les caractéristiques de ces couloirs leur permettent d'avoir réellement le statut d'Infrastructures Vertes.

Les différents objectifs fixés ont permis de mieux comprendre ces espaces végétalisés et d'avoir une idée du statut qu'ils possèdent au sein de la ville.

Le travail cartographique a permis de mettre en valeur la présence d'un réseau interconnecté d'espaces végétalisés au travers du milieu urbain de Lubumbashi.

Ce dernier a conduit à établir une relation entre la largeur des espaces et leur éloignement par rapport au centre-ville. Cela indique que le degré d'urbanisation influence la taille de ces derniers.

L'analyse de la composition des IV a permis de définir la présence de structures paysagères au sein de ces espaces, de démontrer la centralité du réseau hydrique et du milieu humide, complété par l'omniprésence du milieu végétal. Ceci a conduit à l'identification d'une continuité surfacique et écosystémique, s'intégrant au réseau défini précédemment. Ces éléments montrent que de nombreux processus écologiques sont ainsi fournis par ces espaces et qu'ils sont un support indéniable à la ville. De plus, ces différents milieux induisent la présence d'une diversité d'écosystèmes qui doivent avoir un impact positif sur le soutien de la biodiversité.

L'étude des activités anthropiques montre une relation très étroite avec la population et l'importance de ces espaces pour le développement de l'agriculture urbaine.

L'analyse des paysages au sein des IV, met en valeur leur singularité et les grandes structures qui les composent. Ceci a permis de définir les éléments paysagers qui facilitent l'identification de leurs limites. L'analyse des interactions qu'ils possèdent avec la ville montre une relation très spécifique. En effet, les IV sont fortement repliées sur elles-mêmes et possèdent, à petite échelle, très peu d'interactions avec la ville. La plupart sont locales et en lien avec les populations pauvres qui vivent à proximité, au travers de nombreuses activités de subsistance, économiques et sociales.

En définitive, il est possible d'avancer que ces espaces végétalisés ne sont pas réellement désirés au sein de la ville. Ils possèdent le statut d'espaces résiduels, engendrés par le réseau hydrique qui limite les constructions d'une urbanisation galopante.

La réalisation des objectifs montre que l'hypothèse de base est partiellement confirmée. En effet, les couloirs de végétation qui parcourent la ville de Lubumbashi ont le potentiel d'obtenir le statut d'infrastructures vertes.

A l'aide de cartographies et de l'analyse de leur composition, il a été démontré que ces couloirs constituent, bel et bien, un réseau interconnecté au travers d'une continuité surfacique et écosystémique. Ils accueillent de nombreuses activités anthropiques, permettent la gestion du réseau hydrique, ainsi que celle des ressources naturelles. Leur structure indique qu'ils ont sûrement un lien fort et étroit avec la biodiversité, illustrant leur multifonctionnalité et amène à penser que ce réseau a toutes les capacités pour avoir le statut d'IV.

A l'inverse, une série d'autres éléments altère cette affirmation. Le manque ou l'absence de gestion, de planification et de politiques, limitent le fonctionnement de ces espaces, diminuant le soutien qu'ils fournissent aux populations et empêchant ces espaces de participer pleinement à un développement urbain durable.

Mais le principe qui rend impossible l'obtention de ce statut, est l'incapacité, dans ce travail, à définir distinctement leur capacité à accueillir et à soutenir la biodiversité. Or, cette fonction est primordiale et indispensable pour avoir le statut d'IV (Mell C. I., 2015 ; Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006).

Bien que l'hypothèse de base ne soit pas confirmée, il est important de comprendre que ce travail cherche à montrer la potentialité et l'opportunité que ce réseau offre à la ville, au travers du concept d'Infrastructures Vertes. Il y a là une véritable occasion à saisir face au potentiel encore disponible et dans la cadre d'une urbanisation durable. Surtout lorsque l'on est conscient des différents défis auxquels l'Afrique va faire face dans les décennies à venir, par rapport à sa croissance démographique urbaine.

8.3 - Critiques de la méthodologie :

Dans sa globalité, la méthodologie s'est avérée concluante, les intuitions qui ont permis de définir l'hypothèse, ont été confirmées, tout au loin de la prise de données et lors de la production des résultats. L'utilisation des fiches paysagères s'est avérée pertinente, pour la synthétisation des données et la comparaison entre les points d'observation. De plus, dans le cadre d'un travail à l'étranger, elles ont permis par la suite de compléter les résultats plus facilement.

IV climat tempéré VS subsaharien ou tropicale :

Le manque de littérature sur les IV en climat subsaharien ou tropicale, a conduit à utiliser principalement la littérature, en lien avec des IV en climat tempéré, situées aux États-Unis et en Europe.

Cette démarche a sûrement eu un impact sur la réalisation de ce travail et a dû altérer l'approche par rapport à une certaine réalité sur le terrain. En effet, les processus écologiques, la biodiversité ainsi que les besoins et fonctionnement des populations sont différents de ceux présents dans les pays du Nord.

Cependant, une majorité des principes développés dans cette littérature possède des aspects universels, applicables dans de nombreux environnements, nécessitant tout de même des adaptations locales.

La période du travail :

Un des éléments qui interfère sur la pertinence des résultats est la période de réalisation du travail. En effet, la récolte des données a été effectuée en saison sèche, au moment où la végétation est la moins développée et où les cours d'eau ont les débits les plus faibles. En saison des pluies, celle-ci est beaucoup plus développée et les cours d'eau possèdent des débits bien plus élevés. Tous ces éléments doivent avoir un impact conséquent sur la morphologie des IV et modifier complètement leurs fonctionnements au sein de la ville. Par exemple, de nombreux éléments montrent que l'agriculture urbaine est plus étendue à cette période, que la végétation est plus dense et plus développée. C'est pour cela que le même travail devrait être appliqué durant l'autre saison pour lier les résultats, mettre en évidence les différences et définir un profil, plus complet, de ces Infrastructures Vertes.

La prise de données sur le terrain :

L'utilisation, pour chaque point d'observation, de trois angles de vues permet d'avoir des données similaires et facilement comparables. Cependant, réduire ceci à 3 uniques photos pour des espaces de tailles variables (figure 3.17 : de 16m à 1580m de largeur) et de composition différente est probablement réducteur et n'est pas représentatif de l'entièreté du point d'observation.

Pour contrer cet aspect réducteur, la mise en place de photos complémentaires et de prises de notes a permis d'avoir une vision plus large et plus proche de la réalité des points d'observation. Cependant, il s'est avéré que le manque de méthodes, pour soutenir ces procédés, a conduit à une prise de données et à une interprétation plus subjective.

La méthode des prises de données devrait donc être modifiée, pour permettre une meilleure adaptabilité face à l'hétérogénéité des IV rencontrés, au travers des points d'observation.

Analyse quantitative :

Un doute a été émis lors de la mise en place de la méthodologie concernant l'utilisation de l'analyse quantitative pour le paysage. Cette démarche provient du désir de comparer tous les points d'observation entre eux et de mettre en valeur certaines tendances. Il s'est avéré que ces dernières ont permis de définir des spécificités paysagères et de montrer leur structure générale. Ceci étant particulièrement intéressant, lorsque l'objectif est de montrer des généralités au sein des espaces végétalisés, de manière à prouver qu'elles sont présentes dans leur entièreté au sein du réseau.

Biodiversité :

Pour finir le manque d'une méthodologie simple et rapidement applicable, pour définir la capacité d'accueil ou de soutien de la biodiversité au sein de cet espace végétalisé a été un handicap. En effet, à cause de cela, il n'est pas possible de définir ce réseau comme étant une IV (Mell C. I., 2015 ; Benedict M. A. et McMahon E. T., 2006).

8.4 - Ouverture :

Evolution temporelle des IV de Lubumbashi :

Ce travail a mis en avant différents liens qui existent entre les IV et le milieu urbain. Il serait donc intéressant de réaliser une analyse de l'évolution temporelle des IV de Lubumbashi. Ceci permettrait d'identifier des schémas évolutifs et les pressions urbaines qu'elles subissent. De manière à définir leurs évolutions dans les années à venir, et ainsi mieux préparer les futures actions qui devront leur être appliquées.

Analyse de la capacité de soutien à la biodiversité des IV de Lubumbashi :

Comme démontré précédemment, il a été difficile de juger scientifiquement de la capacité de soutien des IV pour la biodiversité. C'est pour cela qu'il serait intéressant de réaliser une étude qui aurait comme unique objectif de juger de cette capacité.

De plus, l'agriculture urbaine est très présente en leur sein et les sorties sur le terrain laissent supposer qu'elle joue un rôle positif envers la biodiversité. Il serait donc pertinent d'essayer de connaître l'impact de cette activité, pour comprendre si les espaces qui y sont dédiés peuvent être considérés comme faisant réellement partie du système d'Infrastructures Vertes.

Identification des services écosystémiques du réseau d'IV de Lubumbashi :

Ce travail a cherché à démontrer de manière succincte les services que les IV rendent à la ville. Il serait intéressant de réaliser une étude plus détaillée, de manière à identifier spécifiquement ces services.

Etude de l'impact de la pollution sur ces IV :

Durant les sorties de terrains et d'observation de la vie à Lubumbashi, il s'est avéré que la pollution est un véritable problème dans la ville. Les déchets plastiques sont omniprésents et le lien que les IV possèdent avec celui des égouts à ciel ouvert, impacte négativement la qualité de l'eau. Les IV deviennent le point de concentration de tous les polluants. Or ce travail met en valeur un lien étroit entre les IV, la biodiversité et les habitants. Il y a donc un questionnement à avoir quant à l'impact de cette pollution sur ces paysages et tous les processus qu'ils engendrent.

Une première identification des IV par vue aérienne :

La base de ce travail est partie d'une intuition après observation de vues aériennes de Lubumbashi. Cette dernière a d'abord mené à une première identification d'un réseau de couloir de végétation qui a conduit à effectuer un lien avec le concept d'IV. Finalement, ceci a permis d'identifier un réseau possédant tout le potentiel pour remplir le rôle d'IV. Lorsque l'on observe des vues aériennes d'autres villes en développement, on constate que des couloirs, de même type, sont visibles. Ceci conduit donc à imaginer que ce travail pourrait être appliqué à une série d'autres villes, pour lesquelles, l'analyse de vues aériennes aurait poussé à appliquer cette méthode et ainsi définir la présence ou non d'IV potentielles.

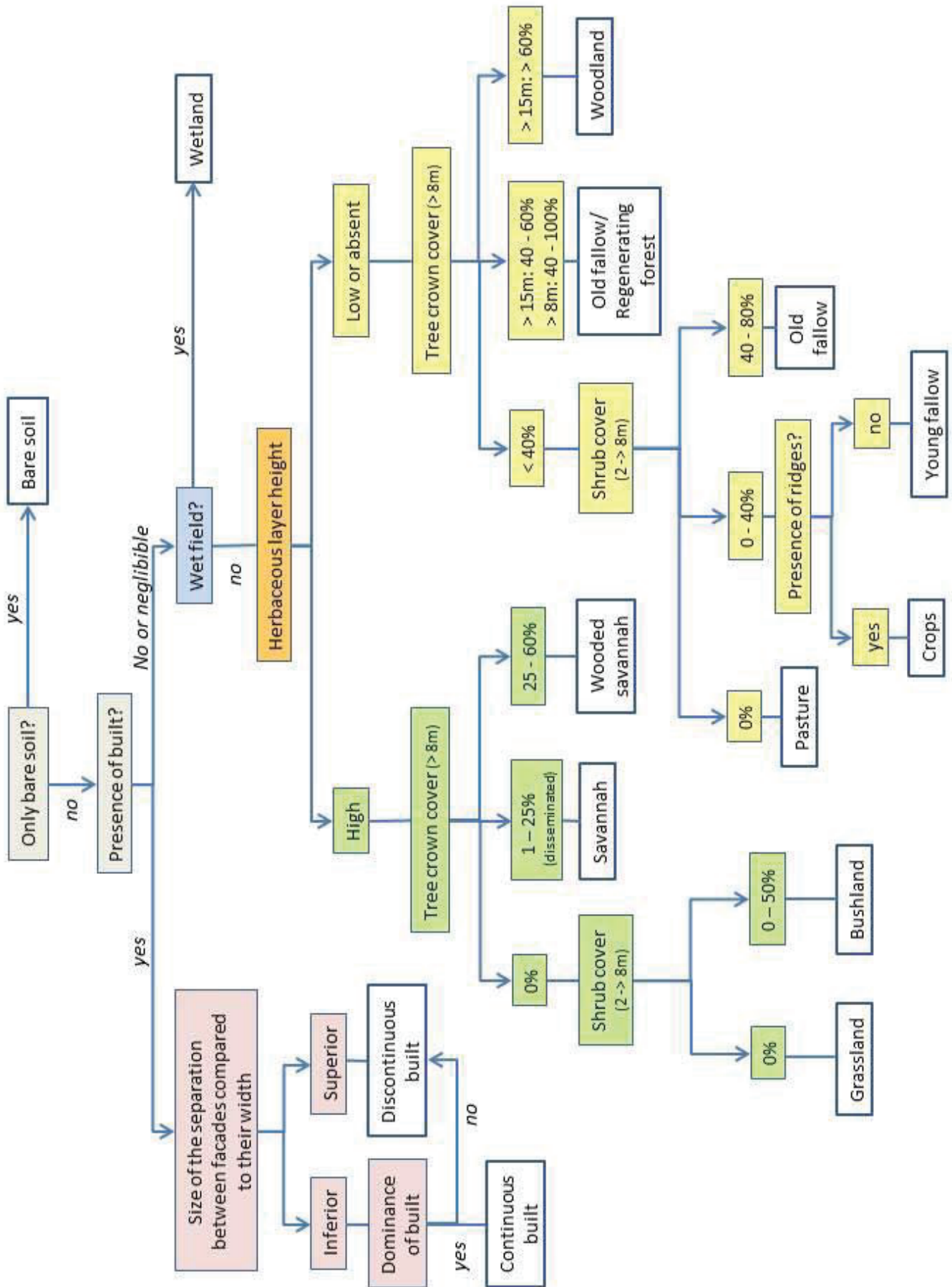
9 - Références :

- Abbott, J., 2012. *Green Infrastructure for Sustainable Urban Development in Africa* Earthscan. 2013 Routledge, ed.,
- Angel S., Civco D.L., Blei A. & Potere D., 2011. The dimensions of global urban expansion: Estimates and projections for all countries, 2000-2050. *Progress in Planning*, 75(2): 53–107.
- Antrop M., 2001. The language of landscape ecologists and planners. A comparative content analysis of concepts used in landscape ecology. *Landscape and Urban Planning*, 55: 163–173.
- Banking on Green, 2012. *A Look at How Green Infrastructure Can Save Municipalities Money and Provide Economic Benefits Community-wide*
- Bayram Cemil Bilgili and Ercan Gökyer, 2012. *Urban Green Space System Planning*, Landscape Planning, Dr. Murat Ozyavuz (Ed.), ISBN: 978-953-51-0654-8.
- Benedict A. M. et McMahon E. T., 2006. *Green infrastructure : Linking landscape and communities*, Island Press.
- Bogaert J., Biloso A., Vranken I. & André M., 2015. Peri-urban dynamics: landscape ecology perspectives. In Bogaert J. & Halleux J.M. (Eds). *Territoires périurbains : développement, enjeux et perspectives dans les pays du sud*. Les presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgique, pp 63-73.
- Centers for Disease Control (CDC) and Prevention, 2010. *CDC Recommendations for Improving Health through Transportation Policy*.
- Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNTRL), 2018. *Infrastructure*, <http://www.cnrtl.fr/definition/infrastructure>
- Chau H., 2012. *Green Infrastructure for Los Angeles: Addressing Urban Runoff and Water Supply Through Low Impact Development*, City of Los Angeles.
- Climate change and Urban Vulnerability in Africa (CLUVA), 2013. *Green Infrastructure : An essential foundation for sustainable urban futures in Africa*, www.cluva.eu
- ECOTEC, 2008. *The economic benefits of green infrastructure: the public and business case for investing in green infrastructure and a review of the underpinning evidence*, Report for Natural Economy Northwest (NENW).
- EFTEC, 2005. *Social and Economic Benefits of the Natural Environment: Review of Evidence*, GHK Consulting.
- Fam, D., Mosley, E., Lopes, A., Mathieson, L., Morison, J., and Connellan, G., 2008, *Irrigation of urban green spaces: A review of the environmental, social and economic benefits*. CRC for Irrigation Futures Technical Report No. 04/08.
- Farina, A (1998) *Principles and Methods in Landscape Ecology*. Chapman & Hall, London.
- Fratini, R., and Marone, E., 2011, *Green-space in urban area: Evaluation of the efficiency of public spending for management of green urban areas*. *IJED* 1 (1), 9-14.
- Grimm N.B., Faeth S.H., Golubiewski N.E., Redman C.L., Wu J., Bai X. & Briggs J.M., 2008. Global change and the ecology of cities. *Sciences*, 319: 756-760.
- Haase D., 2014. *A Quantitative Review of Urban Ecosystem Service Assessments: Concepts, Models, and Implementation*, Springer, *AMBIO*, Volume 43, Issue 4, pp 413–433
- Halleux J. M., 2015. *Les territoires périurbains et leur développement dans le monde : un monde en voie d'urbanisation et de périurbanisation*. In Bogaert J. & Halleux J.M. (eds). *Territoires périurbains: développement, enjeux et perspectives dans les pays du sud*. Les presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgique, pp 43-61.

- John Heinze, 2011. Benefits of Green Space, Environmental Health Research Foundation, Nonprofit Research Foundation Specializing in Health and Environmental Science, a Recent Research April 25, 2011.
- Kessides .C, 2006. La transition urbaine en Afrique subsaharienne, Impacts sur la croissance économique et la réduction de la pauvreté, L'Alliance des Villes.
- Larousse, 2018. Infrastructure, <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/infrastructure/43027>
- Larousse, 2018. Carte continent africain, archives Larousse, <https://www.larousse.fr/encyclopedie/cartes/Afrique/1306001>
- Larousse, 2018. Carte République démocratique du Congo, archives Larousse, https://www.larousse.fr/encyclopedie/cartes/R%C3%A9publique_d%C3%A9mocratique_du_Congo/1306044
- Martin Ely and Sheryn Pitman, 2013. Green Infrastructure Life support for human habitats; the compelling evidence for incorporating nature into urban environments, www.botanicgardens.sa.gov.au/greeninfrastructure
- Mell, I.C., 2010. Green infrastructure : concepts , perceptions and its use in spatial planning. Landscape, (June), ResearchGate.
- Mensah, C.A., 2014. Urban Green Spaces in Africa: Nature and Challenges. International Journal of Ecosystem, 4(JANUARY 2014), pp.1–22.
- Milly Archer, 2012. Green Infrastructure, Implementation Manual, Vermont Land Use Education & Training Collaborative, www.vpic.info
- Milwaukee Metropolitan Sewerage District (MMSD), 2013. Regional greeninfrastructure Plan, Green Infrastructure Benefits and Costs.
- Molla M. B., 2015. The Value of Urban Green Infrastructure and Its Environmental Response in Urban Ecosystem: A Literature Review, International Journal of Environmental Sciences Vol. 4 No. 2. Pp. 89-101
- Munyemba K.F. & Bogaert J., 2014. Anthropisation et dynamique de l'occupation du sol dans la région de Lubumbashi de 1956 à 2009. E-revue UNILU, 1(1) : 3-23.
- Niemelä J, Pauleit S, Roe MH, Sadler JP, Ward Thompson C., 2009. Towards an integrated understanding of green space in the European built environment. Urban Forestry and Urban Greening 2009; 8 (2): 65-75.
- Nowak, D. J., Crane, D. E., Stevens, J. C., 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States, Urban Forestry and Urban Greening, 4, 115–123.
- Okunlola, A. Ibrionke, 2013. Sustainable Environmental Management through Urban Public Park in Southwestern Nigeria, Global Advanced Research Journal of Agricultural Science (ISSN: 2315-5094) Vol. 2(3).
- Paquot T., 2006. Terre urbaine Cinq défis pour le devenir urbain de la planète, la découverte, p.28-30.
- Seto K.C., Güneralp B. & Hutyra L.R., 2012. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. Proceedings of the National Academy of Sciences, 109: 16083–16088.
- Shafter, CS, Lee, BK & Turner, S (2000) A tale of three greenway trails: user perceptions related to quality of life. Landscape and Urban Planning. Vol. 49, No. 3. Pg. 163-178.
- SURF, 2011. Green Infrastructure: Sustainable Investments for the Benefit of Both People and Nature, This report was published by the SURF-nature project www.surf-nature.eu
- The Sustainable Development Council (SDC), 2010. Green Infrastructure, Comhar SDC Web Materials.<http://www.comharsdc.ie>
- Thomas P. Z. Mpofo, 2013. Environmental challenges of urbanization: A case study for open green space management Research, Journal of Agricultural and Environmental Management Vol. 2(4)

- Town and Country Planning Association (TCPA), 2004. Biodiversity by Design, A guide for sustainable communities, URBED.
- Urban Planning History of Boston, 2018, The Emerald Necklace de Frederick Law Olmsted ; <https://bostonurbanplanning.weebly.com/emerald-necklace.html>
- United Nations, 2012. World urbanization prospects: The 2011 revision. New York, NY, USA: The United Nations
- United Nations, 2018. DESA, Population Division, <https://population.un.org/wup/Maps/>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2018). The World's Cities in 2018—Data Booklet (ST/ESA/SER.A/417).
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2018). World Population Prospects: The 2018 Revision, Key facts.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables. Working Paper No. ESA/P/WP/248.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2014). World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352).
- Vranken I., 2010, Pollution et contamination des sols aux métaux lourds dues à l'industrie métallurgique à Lubumbashi: Empreinte écologique, impact paysager, pistes de gestion, Master dissertation, Université Libre de Bruxelles, Brussels, 118 p.
- Wanga J. et Ellen Banzhafa E., 2018. Towards a better understanding of Green Infrastructure: A critical review, Elsevier, Ecological Indicators, P758–772.
- Wikipédia, 2018. Infrastructure, <https://fr.wikipedia.org/wiki/Infrastructure>
- Williamson K. S. (2003) Growing with Green Infrastructure. Heritage Conservancy, Doylestown, PA.
- Wodarczyk D., 2007. Green Structure in Development of the Sustainable City, the Baltic University Press.
- Yannick U. S., 2017. Analyse spatio-temporelle des dynamiques d'anthropisation paysagère le long du gradient urbain-rural de la ville de Lubumbashi (Haut-Katanga, République Démocratique du Congo), Thèse présentée et soutenue en vue de l'obtention du grade de Docteur (Ph.D) en Sciences Agronomiques, orientation : Gestion des écosystèmes, UNIVERSITE DE LUBUMBASHI, Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables.

10 - Annexes :



Annexe 9.1 : Decision tree for the discrimination of land covers Marie André, 2016.