

Analyse Cartographique des Zones à Risques dans les Paysages Urbains: Impact de l'Implantation des Stations-Service dans la Ville de Lubumbashi

[Cartographic Analysis of Risk Areas in Urban Landscapes: Impact of the Establishment of Service Stations in the City of Lubumbashi]

Ngoy Wa Banza Munwe Jean-Paul¹, Amisi Mwana Yamba Patrice², Bukome Itongwa Donatien², Mirhima Balibuno Justin², Amuri Kafeka Gaetan³, and Ngoy Kihuya Eddy³

¹Département de Géographie et Gestion de l'Environnement, Section des Sciences Exactes, Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi, B.P. 1782, Lubumbashi, Haut-Katanga, RD Congo

²Département de Géographie et Science de l'Environnement, Faculté des Sciences, Université de Lubumbashi, B.P. 1825, Lubumbashi, Haut-Katanga, RD Congo

³Etudiant en Master 2, Environnement, Département de Géographie et Science de l'Environnement, Faculté des Sciences, Université de Lubumbashi, B.P. 1825, Lubumbashi, Haut-Katanga, RD Congo

³Section des Sciences Exactes, Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi, B.P. 1782, Lubumbashi, Haut-Katanga, RD Congo

Copyright © 2026 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Lubumbashi, the second-largest city in the Democratic Republic of Congo, is a major industrial and commercial center. As the city develops, urban infrastructures, such as gas stations, are multiplying to support economic growth and the mobility of residents. However, these facilities also pose significant challenges in terms of commercial urban planning and present substantial risks of fire and explosion due to the handling of flammable products.

The study of the mapping of risk areas and the impact of gas stations on the urban landscapes of Lubumbashi is crucial for ensuring public safety, promoting sustainable development, and improving the quality of life for the population. By addressing this issue, we can not only better understand the current challenges but also anticipate and prevent future risks, all while fostering healthy and balanced urban growth.

The main objective of this study is to map the risk areas in the urban landscapes of Lubumbashi in relation to the establishment of gas stations. This will help to understand and quantify the impact of these infrastructures. This study aims to provide a solid database and essential information to inform decision-makers, scientists, and local populations, in order to enhance public safety, promote sustainable urban development, and ensure a better quality of life in the city of Lubumbashi.

KEYWORDS: cartographic analysis, risk areas, urban landscapes, service stations, Lubumbashi, environmental impact, urban management, public safety.

RESUME: Lubumbashi, la deuxième plus grande ville de la République Démocratique du Congo, est un centre industriel et commercial majeur. Au fur et à mesure que la ville se développe, les infrastructures urbaines, telles que les stations-service, se multiplient pour soutenir la croissance économique et la mobilité des habitants. Cependant, ces installations posent également des défis importants en matière d'urbanisme commercial et entraînent des risques significatifs d'incendie et d'explosion en raison de la manipulation de produits inflammables.

L'étude de la cartographie des zones à risques et de l'impact des stations-service sur les paysages urbains de Lubumbashi est cruciale pour assurer la sécurité publique, favoriser le développement durable et améliorer la qualité de vie des populations. En abordant cette problématique, nous pouvons non seulement mieux comprendre les défis actuels, mais aussi anticiper et prévenir les risques futurs, tout en favorisant une croissance urbaine saine et équilibrée.

L'objectif principal de cette étude est de cartographier les zones à risques dans les paysages urbains de Lubumbashi en lien avec l'implantation des stations-service. Cela permettra de comprendre et de quantifier l'impact de ces infrastructures. Cette étude vise à fournir une base de

données solide et des informations essentielles pour informer les décideurs, les scientifiques et les populations locales, afin d'améliorer la sécurité publique, de promouvoir un développement urbain durable et de garantir une meilleure qualité de vie dans la ville de Lubumbashi.

MOTS-CLEFS: analyse cartographique, zones à risques, paysages urbains, stations-service, Lubumbashi, impact environnemental, gestion urbaine, sécurité publique.

1 INTRODUCTION

Le paysage urbain résulte de l'interaction entre des facteurs naturels et des interventions humaines (63). Il met en lumière le lien entre l'homme et la nature, faisant du paysage le reflet des relations entre l'individu et son milieu (55, 59). L'implantation des stations-service participe à la structuration du paysage urbain (1, 17, 66).

Les paysages urbains et les stations-service sont des éléments essentiels du développement urbain et économique (10). Gérer et faire évoluer ces espaces de manière continue est crucial pour répondre aux besoins et aspirations de la société moderne (11). Il est essentiel d'adopter une approche intégrée, prenant en compte les aspects spatiaux, temporels et humains, pour garantir la sécurité et la résilience des zones urbaines face aux dangers (24).

La création et l'exploitation des stations-service doivent se faire dans le respect strict des normes environnementales (6). Des mesures doivent être prises pour prévenir tout risque lié au stockage et à la distribution de produits inflammables (67). Ces installations sont essentielles pour répondre aux besoins variés des clients et proposent une gamme de services supplémentaires, allant bien au-delà de la simple vente de carburant.

Généralement situées à des emplacements stratégiques, le long des principaux axes routiers et à proximité des établissements recevant du public, ces installations remplacent l'occupation du sol dans différents quartiers de la ville, les maisons d'habitation leur laissant place (27, 50, 69). Devenues des activités économiques concurrentielles, elles se situent dans des voisinages immédiats (proches ou éloignés) les unes des autres, formant ainsi des zones à risque en fonction de leur position et de leur proximité (de près, de moyen ou de loin) (23, 28). Cette organisation témoigne de la priorité accordée à l'accessibilité et aux services, tout en répondant à la demande croissante de carburant due au développement des activités commerciales et à l'amélioration de la mobilité urbaine (65).

Les perceptions mentales jouent un rôle déterminant dans la structuration des villes, soulignant l'influence majeure du contexte sur notre vision urbaine (41, 68). Cette image repose sur des perceptions immédiates et des souvenirs, soulignant la nécessité de comprendre l'environnement urbain pour garantir le bien-être (29). L'importance de concevoir des zones urbaines faciles à lire et à identifier (55). Cette approche s'inscrit dans une tradition urbaine qui valorise les caractéristiques distinctives d'une ville, contribuant ainsi à son identité et à son fonctionnement (50, 69).

Pour intégrer de manière optimale les stations-service dans la ville de Lubumbashi, une planification minutieuse et durable est nécessaire (3, 12, 25). Cela implique de respecter strictement les normes d'urbanisme et environnementales afin de mettre en place des dispositifs de prévention contre les dangers associés au stockage et à la vente de produits inflammables (32, 57). Une telle approche permet non seulement de préserver l'esthétique urbaine, mais aussi de favoriser un développement harmonieux (8). Les habitants expriment leur mécontentement face à l'implantation de stations-service à proximité de leurs domiciles, en raison des nuisances sonores, des odeurs et de l'augmentation du trafic (53).

La présence de stations-service augmente le risque d'incendie ou d'explosion, ce qui compromet la santé de la population, d'où la nécessité d'appliquer des mesures préventives (5). De plus, la présence de stations-service peut également influencer la valeur foncière des biens immobiliers des environs (4, 49). En raison des perceptions négatives associées à ces infrastructures, la valeur des terrains tend à diminuer (56). Les périmètres de protection sont définis en fonction des risques d'incendie, d'explosion et de toxicité (2, 7). Cela pourrait avoir des répercussions sur le marché immobilier et affecter les investissements à long terme (49). Il est essentiel d'analyser et de gérer les effets des stations-service sur le paysage urbain de Lubumbashi afin d'assurer un développement équilibré (18).

En identifiant les risques et en adoptant des stratégies appropriées, il est possible d'améliorer le bien-être de la population et de dynamiser l'économie (30, 31). Les zones ATEX sont destinées au stockage de matières inflammables et sont définies en fonction du niveau de dangerosité lié à la quantité et à la nature des substances présentes (35, 42). Le risque d'explosion est évalué en fonction de la fréquence et de la durée de présence de ces éléments dangereux, avec des classifications en zones 0, 1 et 2 pour les gaz, vapeurs et brouillards, ou zones 21 et 22 pour les atmosphères poussiéreuses (36, 43).

Les géographes se sont d'abord intéressés aux sources de danger, puis à l'évaluation des éléments exposés (34, 48). Le risque est devenu un objet géographique permettant de spatialiser les risques et de comprendre l'organisation des territoires (47, 70). L'importance de l'analyse spatiale pour appréhender les risques (62). En identifiant les risques et en adoptant des stratégies appropriées, il est possible d'améliorer le bien-être de la population et de stimuler l'économie (61).

Pour aider Lubumbashi à résoudre ces problèmes, il est essentiel de planifier une ville réfléchie et inclusive, favorisant ainsi la vie urbaine (14, 39). La vulnérabilité est souvent concentrée autour des stations-service, créant ainsi des zones à risque qui présentent des caractéristiques et des dynamiques propres (21, 22, 72).

En effet, le paysage ne se limite pas à un espace naturel; il incarne également une culture et une atmosphère, et présente des caractéristiques fonctionnelles, culturelles et esthétiques (38). Il reflète la manière dont les individus interagissent avec leur environnement et s'adaptent aux changements sociaux (37).

L'essence et le gazole sont deux dérivés du pétrole brut utilisés principalement comme carburants pour différents types de moteurs (15). L'essence est composée principalement d'hydrocarbures légers tels que l'heptane (C_7H_{16}), tandis que le gazole est majoritairement composé de cétane ($C_{16}H_{34}$) (71). Les carburants sont classés en fonction du type de moteur qu'ils alimentent, principalement selon leur indice d'octane. Pour améliorer l'essence, on utilise des composés aromatiques benzéniques tels que le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et le xylène (BTEX) (16, 33, 60).

La nécessité de réglementations adaptées pour minimiser les risques dans ces zones. Les stations-service jouent un rôle crucial dans le développement urbain et économique (9). Une gestion efficace et conforme aux réglementations est essentielle pour garantir la sécurité, la satisfaction des clients et la durabilité environnementale (17).

2 MILIEU, MATERIELS ET METHODES

2.1 MILIEU

Les stations-service sont des éléments essentiels du paysage urbain de Lubumbashi. Au-delà de leur fonction de points de ravitaillement en carburant, elles symbolisent le développement économique et la modernisation urbaine. Elles témoignent des changements socio-économiques et de l'importance croissante de la consommation énergétique dans la province (20).

Avec la transition d'une économie planifiée à une économie de marché, Lubumbashi a vu émerger un environnement économique plus compétitif (46). L'étude a été réalisée à Lubumbashi, la deuxième ville la plus peuplée de la République démocratique du Congo, située au sud-est de la province du Haut-Katanga. Elle illustre l'évolution économique et urbaine de la ville (51). En tant que centre industriel majeur, Lubumbashi symbolise la transition vers une économie libérale, avec des paysages urbains en constante transformation (40). Pour cette raison, nous utiliserons « ville de Lubumbashi » pour désigner l'ensemble urbain (champ d'investigation) et « Lubumbashi » pour l'entité communale (58).

La ville s'étend sur près de 789,7 km² et comprend sept communes: Annexe, Kamalondo, Kampemba, Katuba, Kenya, Lubumbashi et Ruashi. Elle est située entre 11°27' et 11°47' de latitude sud et entre 27°19' et 27°40' de longitude est. Sa population est passée de 600 000 habitants en 1984 à 1 million en 2001, puis à 2 millions en 2015, et devrait bientôt avoisiner les 3 millions d'habitants (52). La carte ci-dessous en donne la subdivision administrative de la ville de Lubumbashi.

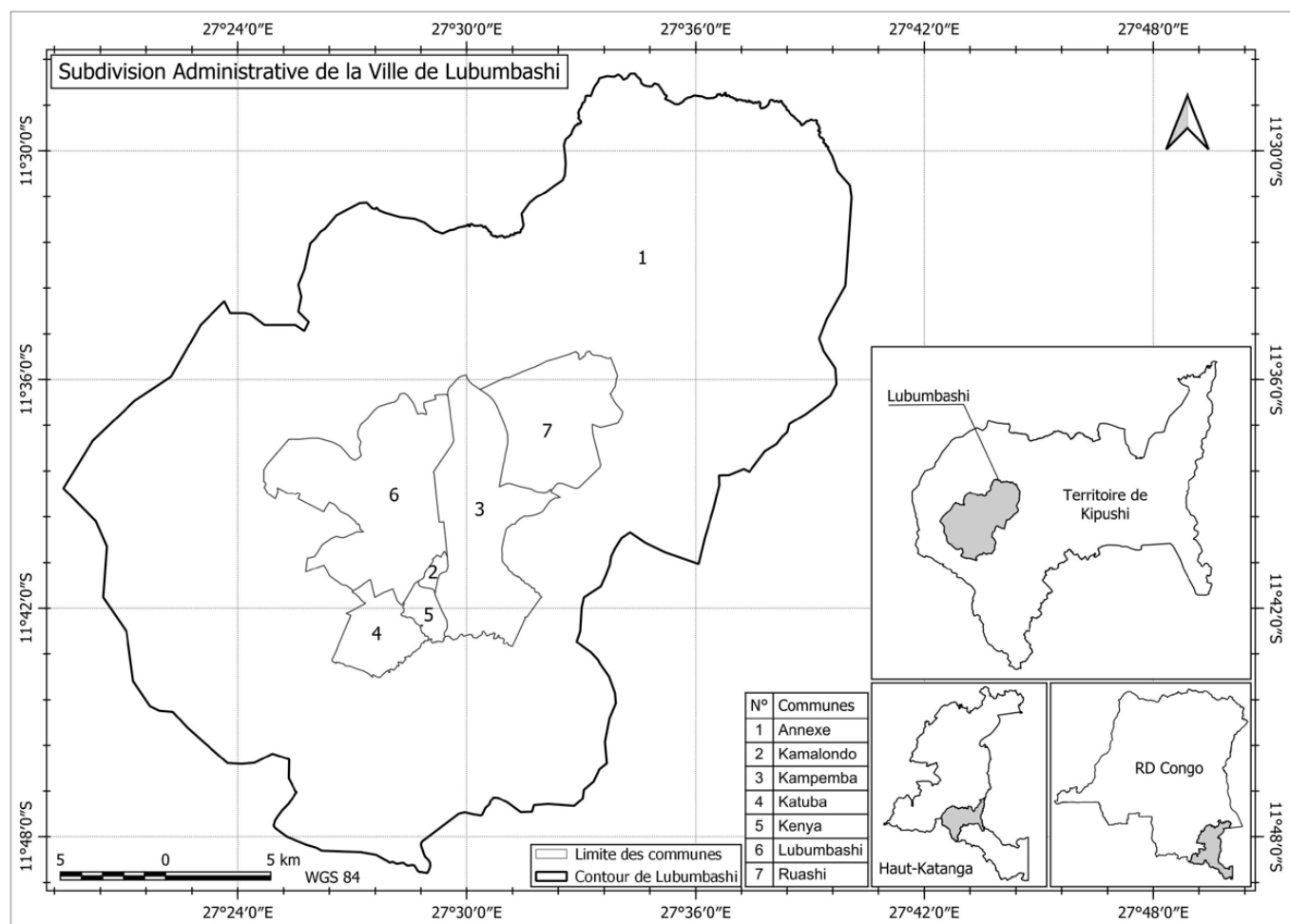


Fig. 1. Subdivision administrative de la ville de Lubumbashi

Le réseau hydrographique de la ville est orienté du nord-ouest, avec la rivière Kafubu comme principal cours d'eau, alimentée en amont et en aval par les affluents des rivières Kisanga, Lubumbashi (avec ses affluents Kipopo, Kasapa, Kalubwe, Karavia), Naviundu et Luano.

La ville bénéficie d'un climat intertropical, avec une saison des pluies de novembre à mars, une saison sèche de mai à septembre, et deux mois de transition en avril et octobre (26, 45). La précipitation annuelle moyenne est de 1 270 mm, avec des variations extrêmes allant de 717 mm à 1 770 mm (44). Selon la classification de Köppen, Lubumbashi appartient au type climatique CW6, caractérisé par des températures minimales oscillant entre 10 °C et 15,8 °C, une température moyenne de 20 °C et des températures maximales variant entre 22,5 °C et 38 °C.

Dans une ville où le marché des produits pétroliers est crucial, les entreprises se distinguent par des stratégies efficaces: elles proposent une gamme diversifiée de carburants et de services annexes afin de répondre aux besoins variés des consommateurs et mettent l'accent sur un service client exceptionnel pour fidéliser et attirer de nouveaux clients. En adoptant des stratégies innovantes et durables, les stations-service peuvent non seulement assurer leur propre croissance, mais aussi contribuer au développement économique de la ville.

L'implantation des stations-service en République démocratique du Congo (RDC) est encadrée par divers textes législatifs et réglementaires adoptés au fil des années, reflétant les évolutions historiques, économiques et environnementales du pays et de la ville de Lubumbashi, chef-lieu de la province du Haut-Katanga. Voici un panorama des textes les plus pertinents à chaque période:

2.1.1 ÉPOQUE COLONIALE (1908-1960)

- Décret du 15 avril 1921 relatif aux constructions urbaines: ce décret réglementait les constructions dans les centres urbains, y compris les infrastructures pétrolières, qui devaient respecter les plans d'urbanisme élaborés par l'administration coloniale. Les stations-service étaient majoritairement implantées le long des routes principales pour faciliter l'accès des véhicules administratifs ou commerciaux.
- Arrêté du 10 janvier 1938 concernant le stockage et la distribution des hydrocarbures: cet arrêté imposait des règles strictes pour le stockage et la manipulation de ces produits afin de limiter les risques d'explosion et d'incendie. Les stations-service étaient alors soumises à des normes de sécurité, notamment une distance minimale par rapport aux zones habitées.

- Décret du 1er août 1956 sur l'urbanisme et la voirie: ce décret prévoyait l'organisation des espaces urbains en zones industrielles, résidentielles et commerciales. Les stations-service, considérées comme des infrastructures à haut risque, devaient être implantées dans des zones désignées par les autorités.

2.1.2 PÉRIODE POST-INDÉPENDANCE (1960-1990)

- Ordonnance-loi n° 70-001 du 23 avril 1970 portant réglementation des hydrocarbures: cette ordonnance précisait les conditions d'importation, de stockage et de distribution des hydrocarbures. Les stations-service devaient obtenir une autorisation spéciale délivrée par le ministère des Mines et des Hydrocarbures pour pouvoir exercer leur activité.
- Décret n° 74/149 du 22 juillet 1974 relatif à la sécurité dans le stockage et la distribution des carburants: ce décret introduisait des normes de sécurité pour prévenir les risques liés à la manipulation des hydrocarbures et imposait des inspections régulières des installations, y compris des stations-service, pour garantir leur conformité.
- Ordonnance n° 82-061 du 22 octobre 1982 portant réglementation urbaine: cette ordonnance renforçait le contrôle de l'urbanisme, en exigeant un permis de construire pour toute nouvelle station-service et en introduisant des exigences relatives à la distance minimale entre les stations et les zones résidentielles.

2.1.3 PÉRIODE DE LIBÉRALISATION (1990-2000)

- Loi n° 96-011 du 18 décembre 1996 sur la libéralisation du secteur des hydrocarbures: cette loi a ouvert le marché des hydrocarbures à des opérateurs privés, entraînant une multiplication des stations-service. Toutefois, cette prolifération anarchique a engendré des problèmes de sécurité et d'urbanisme.
- Règlement technique de 1998 sur les installations pétrolières: bien que ce règlement soit spécifique aux grandes installations pétrolières, il s'appliquait également aux stations-service et définissait les normes techniques pour la construction et l'exploitation des infrastructures liées aux hydrocarbures.

2.1.4 PÉRIODE MODERNE (DEPUIS 2000)

- Loi n° 11/009 du 9 juillet 2011 relative aux principes fondamentaux de la protection de l'environnement: cette loi exige une étude d'impact environnemental pour tout projet de construction, y compris les stations-service, et impose des mesures pour limiter la pollution des sols et des nappes phréatiques.
- Loi n° 15/012 du 1er août 2015 portant régime général des hydrocarbures: cette loi régit l'ensemble de la chaîne de valeur des hydrocarbures, du transport à la distribution. Les stations-service doivent répondre à des normes strictes de sécurité et de protection de l'environnement.
- Arrêté ministériel n° CAB/MIN-A TUHITPR/007/2013 du 26 juin 2013: cet arrêté détermine les modalités d'obtention du permis de construire pour les stations-service, incluant une étude de faisabilité et des mesures de prévention des risques.

Face à l'accroissement du nombre de stations-service, le gouvernement a mis en place une suspension temporaire en 2022 afin de vérifier la conformité des installations existantes et d'empêcher l'apparition de nouveaux problèmes. Les modifications de la législation régissant l'établissement de stations-service en RDC, notamment à Lubumbashi, reflètent les mutations économiques, urbaines et écologiques du pays. Si l'objectif est de réguler leur expansion et d'assurer la sécurité, l'application de nombreux textes reste parfois incomplète, engendrant des difficultés pour les paysages urbains et la protection de la population.

2.2 MATÉRIELS

Les matériels et logiciels sont essentiels pour mener à bien l'analyse cartographique des zones à risque dans le paysage urbain de Lubumbashi. Leur utilisation combinée permet de collecter, de traiter et d'analyser des données de manière efficace, contribuant ainsi à la compréhension des impacts des stations-service sur la sécurité publique et le développement urbain.

Logiciels: QGIS et Google Earth, le premier de Système d'Information Géographique (SIG) est essentiel pour la cartographie et l'analyse spatiale. Il permet de créer, de modifier et de visualiser des couches de données géographiques, facilitant ainsi l'identification des zones à risque liées aux stations-service. Grâce à ses fonctionnalités avancées, QGIS permet d'effectuer des analyses de proximité, de superposer des données environnementales, et de générer des cartes thématiques pour une meilleure compréhension des enjeux urbains; le second est un outil de visualisation géographique offrant une interface intuitive pour explorer des images satellites et des cartes en 3D. Google Earth est utilisé pour obtenir une vue d'ensemble des paysages urbains de Lubumbashi, ce qui permet d'identifier visuellement l'implantation des stations-service et d'autres infrastructures.

Logiciel ODK (Open Data Kit) permet de collecter des données sur le terrain. Il permet de créer des formulaires numériques pouvant être remplis sur des appareils mobiles, facilitant ainsi la collecte de données en temps réel. Il est particulièrement utile pour recueillir des informations géolocalisées sur les stations-service et l'avis des habitants. Grâce à son interface conviviale, le processus de collecte de données est efficace et accessible, même dans des zones difficilement accessibles.

KoboCollect est une application installée sur un smartphone qui permet de recueillir des données sur le terrain de manière numérique. Cette application installée sur un smartphone qui permet de recueillir des données sur le terrain de manière numérique. Elle est particulièrement adaptée aux enquêtes, offrant une interface facile à utiliser pour les enquêteurs. Elle permet de collecter des réponses, d'enregistrer des coordonnées GPS et de les intégrer directement dans les formulaires, enrichissant ainsi les données recueillies.

Logiciels SPSS et XLStat, le premier est utilisé pour l'analyse statistique des données recueillies. Il offre une gamme d'outils puissants pour effectuer des analyses descriptives et des modélisations statistiques. Il est particulièrement utile pour interpréter les résultats des enquêtes et identifier des tendances; le second (XLStat) permet d'effectuer des analyses statistiques avancées, traiter facilement des ensembles de données volumineux et d'effectuer des analyses multivariées, offrant ainsi une flexibilité supplémentaire pour le traitement statistique des données issues de l'enquête.

2.3 MÉTHODES

Cette étude a pour objectif d'examiner les interactions complexes entre les aspects environnementaux, sociaux et économiques dans un contexte urbain en constante évolution. Elle vise à proposer une analyse approfondie permettant de comprendre et d'anticiper les différents risques associés aux stations-service, perçues à la fois comme des éléments essentiels et comme des sources potentielles de vulnérabilité. Cette recherche s'appuie sur les concepts fondamentaux de l'approche systémique, qui considère les paysages urbains comme des systèmes en perpétuelle transformation, où les interactions entre les infrastructures, les populations, les politiques urbaines et l'environnement naturel produisent des effets en chaîne (19).

Cette méthode permet d'analyser les liens de cause à effet, les rétroactions et les interrelations entre les différents éléments qui influencent l'agencement spatial et les mouvements urbains. L'implantation d'une station-service peut par exemple influencer la circulation routière, la qualité de l'air, l'utilisation des sols et les activités économiques dans la ville de Lubumbashi. En adoptant une approche holistique, il est possible d'identifier les origines des menaces, les opportunités d'amélioration et les mesures appropriées pour une gestion optimale des infrastructures urbaines. L'approche combine des méthodes quantitatives et qualitatives afin de fournir une analyse complète et nuancée.

Les méthodes quantitatives englobent l'analyse de données statistiques, l'organisation de sondages et la collecte de données sur le terrain. Ces instruments permettent d'évaluer objectivement l'impact géographique et concret des stations-service, comme la concentration des infrastructures ou leur éloignement par rapport aux quartiers résidentiels. Les méthodes qualitatives, quant à elles, s'appuient sur des entretiens semi-structurés, des observations actives et l'analyse des discours des acteurs locaux. L'objectif est d'étudier les perceptions, les expériences personnelles et les interactions sociales liées à l'implantation de ces stations-service. Cette approche permet de comprendre les inquiétudes des riverains, les stratégies d'adaptation mises en place et les éventuels conflits entre les différents groupes.

L'intégration de ces deux approches permet d'obtenir une compréhension à la fois approfondie et équilibrée des phénomènes étudiés, en combinant les éléments quantifiables et les perceptions subjectives (13). Dans cette étude, les systèmes d'information géographique (SIG) jouent un rôle essentiel grâce à leurs capacités avancées en cartographie et en analyse spatiale (54). Ils permettent notamment de combiner des techniques quantitatives et qualitatives pour une analyse complète, de détecter des zones vulnérables et d'identifier les zones à risque en prenant en compte des paramètres tels que la proximité des logements et des ERP (établissements recevant du public). Ils permettent également d'effectuer une évaluation multicritères intégrant des données environnementales, sociales et économiques afin de mesurer les effets cumulés des stations-service.

En associant des données quantitatives et qualitatives dans un SIG, cette recherche permet de générer des représentations visuelles claires et intuitives, facilitant ainsi la communication des problématiques aux responsables et aux acteurs concernés. En combinant l'approche holistique, les méthodes mixtes et les systèmes d'information géographique, elle fournit une analyse détaillée des questions relatives à l'implantation de stations-service dans cette ville. La cartographie des zones à risque pour les stations-service est un outil stratégique qui permet d'optimiser la planification urbaine et de favoriser le développement économique.

Cette approche permet non seulement une gestion plus efficace des risques en milieu urbain, mais aussi l'élaboration de solutions sur mesure pour cette thématique. Elle souligne également l'importance d'une étude multidimensionnelle pour comprendre les défis complexes des villes en constante évolution. Grâce à son approche globale, cette étude vise à devenir une référence pour des recherches similaires et à proposer des outils d'aide à la décision aux acteurs locaux et aux urbanistes.

3 RÉSULTATS

3.1 ANALYSE UNI-VARIÉE

Elle compte au total 183 Stations-services réparties comme suit selon leur état: 9 stations-services sur 10 sont fonctionnelles (ou encore 90,2% de stations-services sont opérationnelles) contre une station-service sur dix qui n'est pas opérationnelle (4,9% en état de construction et 4,9 % qui ne fonctionnent plus). Le graphique ci-dessous l'illustre bien:

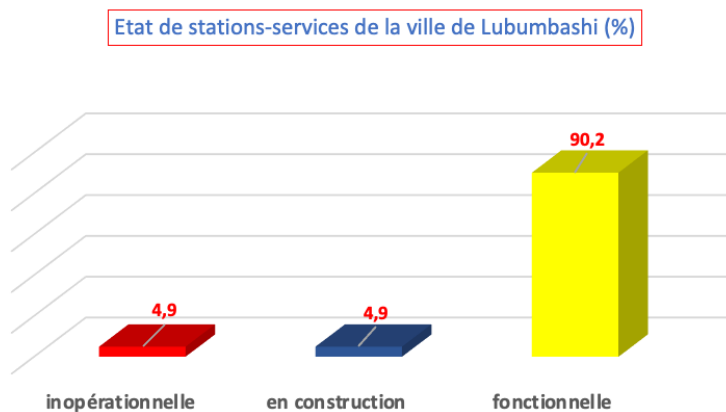


Fig. 2. Répartition des stations-services selon leur état de fonctionnement

Source: Nous-même à l'aide du logiciel SPSS

3.1.1 STATION-SERVICE OPÉRATIONNELLE PAR COMMUNE

Compte tenu des indicateurs à calculer et de l'analyse multidimensionnelle à faire dans la suite de cette étude, nous ne travaillerons que sur les stations-services fonctionnelles. En se référant uniquement aux stations-services opérationnelles et dont l'ensemble constitue le cent pour cent de stations-services retenues; l'analyse selon les communes nous montre que, dans l'ensemble des stations-services opérationnelles, la commune de Lubumbashi est celle qui compte un grand nombre (37,7 %) de stations-services, suivi de la commune Annexe avec 26,8 % de stations-services de la ville de Lubumbashi en suite, la Commune Kampemba avec 22,4 % des stations-services de la ville de Lubumbashi. Le graphique en donne la répartition par commune:

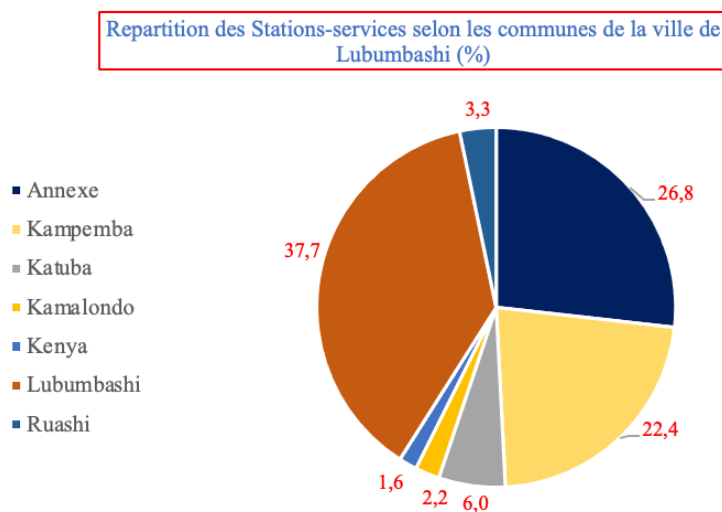


Fig. 3. Répartition des stations-services opérationnelles par commune dans la ville de Lubumbashi

Source: Nous-même à l'aide du logiciel SPSS

Il ressort de ce même graphique que, les faibles proportions de stations-services sont observées dans les communes Katuba, Ruashi, Kamalondo et Kenya avec 12,1 % de stations-services dans leur ensemble.

3.1.2 LES RISQUES LIÉS AUX STATIONS-SERVICE

Les risques d'une station-service sont nombreux et peuvent affecter la santé humaine et l'environnement. Dans le cadre de cette étude, les seuls risques qui ont été analysés, est le fait que la station ait connu d'incendie et/ou l'explosion.

Il ressort de cette analyse que près de la quasi-totalité (98,2%) de stations de la ville de Lubumbashi n'ont jamais connu d'incendie, et pourtant les déclarations récoltées sur terrain ne reflètent pas du tout la réalité.

Ceci nous a fait voir que les exploitants de ce secteur d'activité savent que la vente/distribution des produits pétroliers comporte toujours de risque, comme repris dans le graphique ci-dessous:

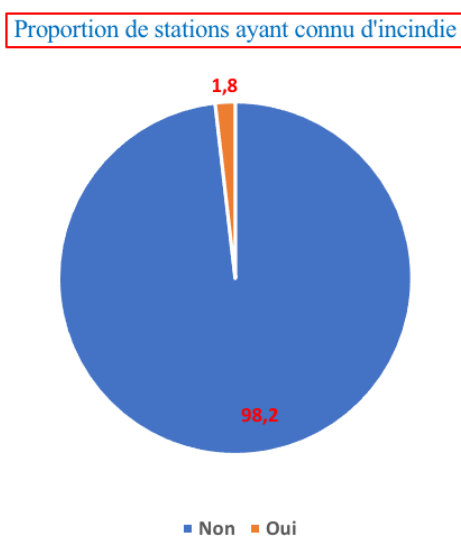


Fig. 4. Répartition des stations-services selon l'existence d'incendie ou d'explosion dans la ville de Lubumbashi

Source: Nous-même à l'aide du logiciel SPSS

3.1.3 MESURES DE SÉCURITÉ DANS LES STATIONS-SERVICE

La construction d'une station-service doit être soumise à des obligations de sécurité contre l'incendie et la panique. Ces mesures ont pour but d'assurer la sécurité des personnes, de favoriser l'alerte et l'intervention des secours et de limiter les pertes matérielles.

L'analyse des stations-services selon les mesures de sécurité de lutte contre l'incendie montre que plus de 95% de stations-services ont de bac à sables et/ou les instincteurs, environ 68% de stations-services disposent de barre de fer et/ou d'affiches interdisant d'appeler dans l'enceinte de la station et 66% de stations-services disposent d'affiches interdisant de fumer dans la station-service. Le graphique ci-dessous montre la situation de manière visuelle. Le graphique ci-dessous en donne une lecture nette:

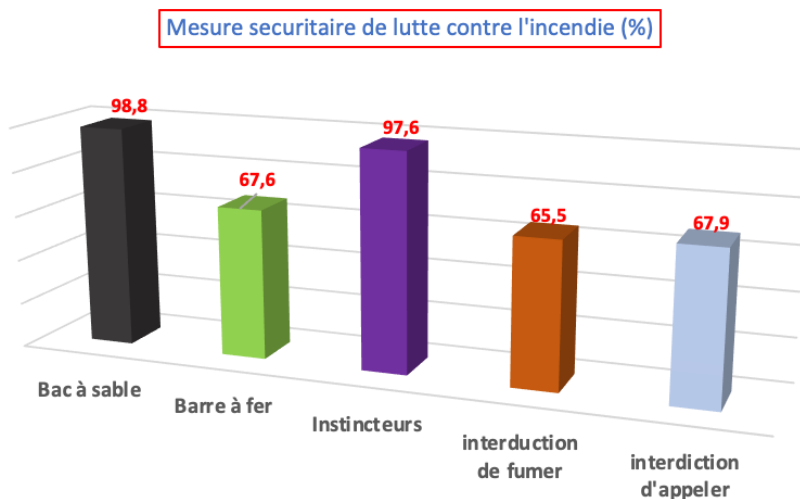


Fig. 5. Répartition des stations-services selon les mesures de sécurité contre l'incendie dans la ville de Lubumbashi

Source: Nous-même à l'aide du logiciel SPSS

3.1.4 SERVICES CONNEXES AUX STATIONS-SERVICE

Les stations-service sont des lieux dont la fonction première est de permettre aux automobilistes d'alimenter leur véhicule en carburant. C'est pour cette raison qu'elles sont le plus souvent situées aux abords des routes, notamment à proximité des autoroutes.

Cependant, les stations-service ont bien évolué depuis leur création et proposent désormais davantage de services. En effet, dans l'ensemble des stations-service de la ville de Lubumbashi, environ deux (2) stations-service sur cinq (5) ou 44,2% proposent le service de vente de lubrifiants, 28,5% de stations-service disposent du service de vente de bouteille à gaz.

On remarque en outre, des faibles proportions des stations proposant des services d'entretien des véhicules et celles proposant le service de lavage des véhicules avec respectivement 3,6% et 2,4% de stations concernées. Le graphique ci-dessous nous présente une lecture détaillée:

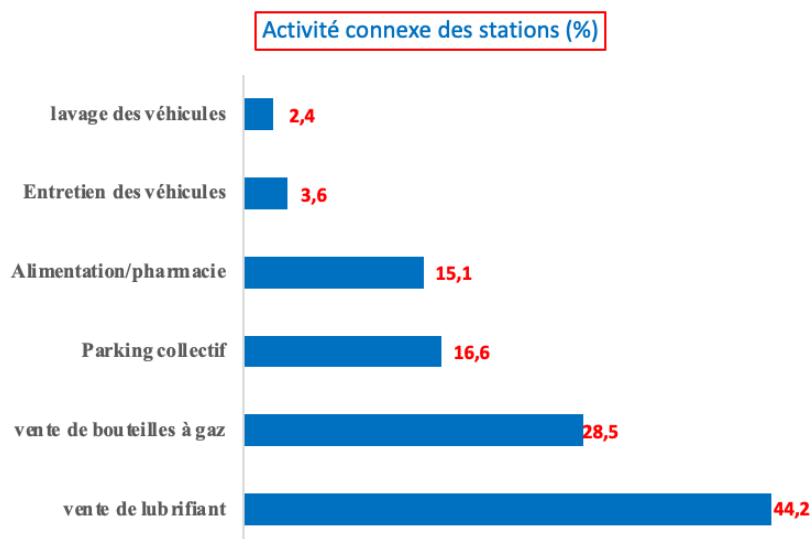


Fig. 6. Répartition des stations-service selon les services connexes proposés dans la ville de Lubumbashi

Source: Nous-même à l'aide du logiciel SPSS

3.2 ANALYSE MULTI-VARIÉE

3.2.1 RECODIFICATION DES VARIABLES D'ÉTUDE

Ainsi, une simple recodification des variables a été faite dans le tableau 1 pour nous permettre de réduire la taille des noms de nos variables afin d'avoir la possibilité de bien les lire dans le plan factoriel.

Il convient de signaler que cette analyse ne porte que sur les stations situées dans les zones à risque, c'est-à-dire toutes celles qui sont construites à une distance maximale de 300 mètres l'une de l'autre, conformément à la description de 25 zones à risques hiérarchisées (de niveaux 2, 3 et 4). C'est pourquoi la taille de l'échantillon a été réduite à 50 selon la cartographie des stations-service qui sera présentée ci-dessous.

Tableau 1. Recodification des variables d'étude

Variables		Modalités	
Avoir connu d'incendie	IC	Oui	Ia
		Non	Ib
Vente de Lubrifiant	LB	Oui	La
		Non	Lb
Lavage de véhicules	LV	Oui	Va
		Non	Vb
Entretien des véhicules	ET	Oui	Ea
		Non	Eb
Bouteilles à gaz	BG	Oui	Ba
		Non	Bb
Alimentation et restaurant	AR	Oui	Aa
		Non	Ab
Présence des bacs à sable	BS	Oui	Sa
		Non	Sb
Interdiction de fumer	IF	Oui	Fa
		Non	Fb
Barre de fer	BF	Oui	Ka
		Non	Kb
Présence d'instincteurs	IS	Oui	Ma
		Non	Mb
Interdiction d'appeler	IA	Oui	Ta
		Non	Tb
Commune	CM	Kampemba	X1
		Ruashi	X2
		Annexe	X3
		Lubumbashi	X4
		Kenya	X5
		Kamalondo	X6
		Katuba	X7

Source: Nous-même

3.2.2 PRESENTATION DES RESULTATS DE L'ACM

Le tableau 2 nous fournit les valeurs propres correspondant à chacun de vingt facteurs initialement déterminés. Pour ce type d'analyse factoriel, toutes les valeurs propres sont comprises entre 0 et 1.

Elles représentent pour chaque facteur, le montant de l'inertie du nuage sur ce facteur par rapport à la somme de toutes les valeurs propres qui représentent 100% de cette inertie.

Tableau 2. Valeurs propres des facteurs issues de l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM)

	Valeurs propres	Variabilité (%)	% cumulé
F1	0,25	24,70	24,70
F2	0,16	16,23	40,94
F3	0,12	11,69	52,62
F4	0,10	9,95	62,58
F5	0,08	8,38	70,96
F6	0,08	7,66	78,61
F7	0,06	5,67	84,29
F8	0,05	4,76	89,04
F9	0,04	4,26	93,30
F10	0,03	3,27	96,58
F11	0,02	2,43	99,00
F12	0,01	1,00	100,00

Source: Nous-même à l'aide du logiciel XLSTAT

3.2.2.1 CHOIX DU PLAN FACTORIEL

- Le critère de coude (2) appliqué aux 12 premières valeurs propres nous a permis de choisir les deux premiers axes factoriels pour effectuer notre analyse. En effet, on observe sur l'histogramme des valeurs propres un saut significatif se trouvant juste après la deuxième valeur propre.
- Ainsi notre analyse se fera dans le premier plan factoriel formé par les deux premiers axes factoriels de l'ACM. Ces deux axes représentent 40,94% de l'inertie totale du nuage. Cela signifie que la représentation des variables dans le plan factoriel ne reflète que 40,94% de la réalité. La faible part de variance expliquée par les deux premiers axes est une caractéristique de l'ACM (qui donne généralement des mesures pessimistes de l'information extraite). Les résultats de cette analyse ne devront pas être pris pour l'absolu; cependant notre analyse nous permettra de dégager un profil des stations selon leurs caractéristiques.

Il ressort du graphique ici-bas une visualisation des valeurs propres par des longueurs qui leur sont proportionnelles, ce qui permet d'apprécier d'un regard la décroissance des valeurs propres quand leur rang augmente.

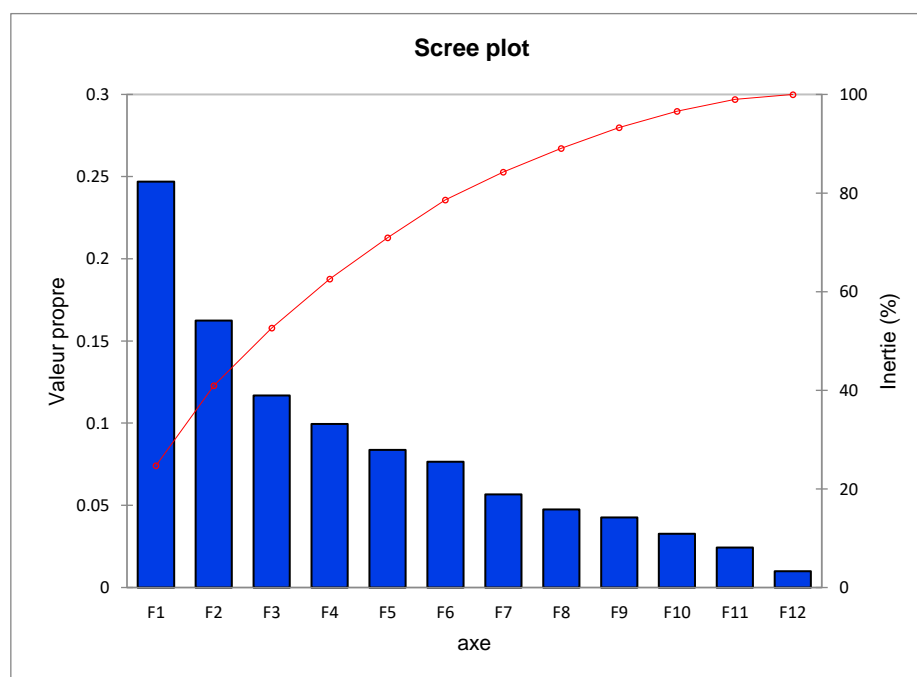


Fig. 7. Histogramme des valeurs propres et choix du plan factoriel de l'ACM

Source: Nous-même à l'aide du logiciel XLSTAT

3.2.2.2 QUALITÉ DE REPRÉSENTATION D'UN POINT ET CONTRIBUTION RELATIVE D'UN POINT A UN AXE

Le tableau 3 fournit les indicateurs nécessaires pour interpréter les positions des modalités actives sur les cinq premiers axes factoriels.

Le premier axe est principalement expliqué par les variables: Commune (CM) où se trouve la station-service (20,76 % de l'inertie globale), Interdiction de fumer (IF) au sein de la station-service (20,93 %) et l'interdiction d'appeler (IA) au sein de la station-service (23,49 %). Ces variables expliquent à elles seules près de 65,18 % de l'inertie globale. Le second axe est expliqué pour plus de 66 % par les variables Commune où se trouve la station-service (30,77 %), Barre de fer (21,895%) et le service de lavage de véhicule (14,122 %).

Tableau 3. Qualité de représentation et contribution des modalités aux axes factoriels de l'ACM

Attribute= value	Cos ²					CTR (%)				
	cos2_1	cos2_2	cos2_3	cos2_4	cos2_5	Ctr_1	Ctr_2	Ctr_3	Ctr_4	Ctr_5
CM-X1	0,086	0,423	0,103	0,001	0,061	2,230	16,648	5,633	0,083	4,680
CM-X3	0,004	0,000	0,178	0,518	0,081	0,118	0,010	10,536	35,954	6,677
CM-X4	0,278	0,104	0,000	0,341	0,010	4,385	2,500	0,000	13,375	0,463
CM-X6	0,444	0,242	0,007	0,001	0,038	14,028	11,613	0,492	0,046	3,557
					Tot. ctr.	20,761	30,771	16,661	49,458	15,377
LB-La	0,137	0,186	0,151	0,010	0,009	2,060	4,263	4,802	0,384	0,410
LB-Lb	0,137	0,186	0,151	0,010	0,009	2,550	5,278	5,945	0,476	0,507
					Tot. ctr.	4,610	9,541	10,746	0,860	0,917
LV-Va	0,238	0,275	0,107	0,000	0,106	7,861	13,822	7,501	0,032	10,275
LV-Vb	0,238	0,275	0,107	0,000	0,106	0,171	0,300	0,163	0,001	0,223
					Tot. ctr.	8,032	14,122	7,664	0,033	10,498
ET-Ea	0,032	0,013	0,094	0,454	0,258	1,012	0,638	6,275	35,546	23,989
ET-Eb	0,032	0,013	0,094	0,454	0,258	0,069	0,044	0,428	2,424	1,636
					Tot. ctr.	1,081	0,682	6,703	37,970	25,624
BG-Ba	0,284	0,100	0,001	0,067	0,142	5,712	3,060	0,044	3,349	8,387
BG-Bb	0,284	0,100	0,001	0,067	0,142	3,876	2,077	0,030	2,273	5,691
					Tot. ctr.	9,588	5,137	0,074	5,622	14,078
AR-Aa	0,236	0,069	0,388	0,009	0,028	6,955	3,068	24,130	0,644	2,418
AR-Ab	0,236	0,069	0,388	0,009	0,028	1,018	0,449	3,531	0,094	0,354
					Tot. ctr.	7,973	3,517	27,661	0,738	2,772
IC-Ia	0,003	0,268	0,082	0,000	0,176	0,102	13,469	5,752	0,025	17,102
IC-Ib	0,003	0,268	0,082	0,000	0,176	0,002	0,293	0,125	0,001	0,372
					Tot. ctr.	0,104	13,762	5,877	0,025	17,474
IA-Ta	0,696	0,006	0,081	0,023	0,079	5,498	0,076	1,355	0,442	1,832
IA-Tb	0,696	0,006	0,081	0,023	0,079	17,995	0,248	4,435	1,448	5,997
					Tot. ctr.	23,493	0,323	5,790	1,890	7,829
IS-Ma	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
					Tot. ctr.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BF-Ka	0,102	0,427	0,107	0,036	0,011	0,877	5,590	1,952	0,776	0,278
BF-Kb	0,102	0,427	0,107	0,036	0,011	2,557	16,305	5,692	2,264	0,812
					Tot. ctr.	3,433	21,895	7,644	3,040	1,090
IF-Fa	0,620	0,005	0,157	0,004	0,044	6,233	0,074	3,330	0,108	1,293
IF-Fb	0,620	0,005	0,157	0,004	0,044	14,692	0,175	7,850	0,256	3,048
					Tot. ctr.	20,925	0,249	11,180	0,364	4,342

Source: Nous-même à l'aide du logiciel XLSTAT

Ce tableau nous présente également La qualité de représentation qui s'interprète comme le carré du cosinus de l'angle que fait un point avec sa projection sur l'espace factoriel engendré par les axes factoriels: plus le cosinus est élevé, plus le point est corrélé avec l'axe et donc bien représenté sur cet axe.

3.2.2.2.1 COORDONNÉES ET VALEURS DU TEST DES MODALITÉS

Dans le tableau 4 sont donnés les coordonnées des modalités par rapport aux cinq premiers axes, elles sont mises en surbrillance lorsque la modalité est mieux représentée.

Ce tableau fournit aussi les valeurs du test qui nous permettent aussi de juger de la qualité de représentation de la modalité sur l'axe factoriel, toute modalité mieux représentée sur l'axe à pour valeur du test supérieure ou égale à 3 (prise en valeur absolue).

Tableau 4. Coordonnées des modalités et valeurs du test de représentation sur les axes factoriels de l'ACM

Attribute	Coordonnées					Valeurs test				
	coord_1	coord_2	coord_3	coord_4	coord_5	v-test_1	v-test_2	v-test_3	v-test_4	v-test_5
CM-X1	0,532	-1,177	0,581	0,065	-0,448	1,993	-4,413	2,178	0,244	-1,681
CM-X3	-0,143	-0,033	-0,932	1,588	0,628	-0,440	-0,102	-2,862	4,879	1,929
CM-X4	-0,494	0,303	0,003	-0,548	-0,094	-3,574	2,188	0,022	-3,963	-0,676
CM-X6	2,552	1,883	0,329	0,093	0,749	4,520	3,334	0,582	0,165	1,326
LB-La	-0,332	0,387	0,349	-0,091	0,086	-2,507	2,924	2,633	-0,687	0,651
LB-Lb	0,411	-0,480	-0,432	0,113	-0,107	2,507	-2,924	-2,633	0,687	-0,651
LV-Va	3,309	3,557	2,223	0,135	2,204	3,309	3,557	2,223	0,135	2,204
LV-Vb	-0,072	-0,077	-0,048	-0,003	-0,048	-3,309	-3,557	-2,223	-0,135	-2,204
ET-Ea	-0,685	0,441	1,174	2,579	-1,944	-1,214	0,782	2,079	4,568	-3,443
ET-Eb	0,047	-0,030	-0,080	-0,176	0,133	1,214	-0,782	-2,079	-4,568	3,443
BG-Ba	-0,647	0,384	-0,039	-0,315	-0,457	-3,616	2,146	-0,218	-1,758	-2,552
BG-Bb	0,439	-0,261	0,027	0,213	0,310	3,616	-2,146	0,218	1,758	2,552
AR-Aa	1,271	0,684	1,628	0,245	-0,436	3,297	1,775	4,224	0,637	-1,132
AR-Ab	-0,186	-0,100	-0,238	-0,036	0,064	-3,297	-1,775	-4,224	-0,637	1,132
IC-Ia	0,377	-3,512	1,947	-0,118	2,843	0,377	-3,512	1,947	-0,118	2,843
IC-Ib	-0,008	0,076	-0,042	0,003	-0,062	-0,377	3,512	-1,947	0,118	-2,843
IA-Ta	-0,461	-0,044	0,158	0,083	0,155	-5,660	-0,538	1,933	1,019	1,903
IA-Tb	1,510	0,144	-0,516	-0,272	-0,508	5,660	0,538	-1,933	-1,019	-1,903
IS-Ma	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
BF-Ka	-0,187	0,382	-0,192	0,112	0,061	-2,164	4,430	-2,221	1,292	0,710
BF-Kb	0,545	-1,115	0,559	-0,325	-0,179	2,164	-4,430	2,221	-1,292	-0,710
IF-Fa	-0,513	-0,045	0,258	0,043	0,136	-5,342	-0,472	2,686	0,447	1,417
IF-Fb	1,209	0,107	-0,608	-0,101	-0,321	5,342	0,472	-2,686	-0,447	-1,417
BS-Sa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					

Source: Nous-même à l'aide du logiciel XLSTAT

3.2.2.2.2 INTERPRÉTATION DU PLAN FACTORIEL

Il ressort de ce tableau 4 ci-dessus que (seules les modalités significatives sont prises en compte):

- L'axe 1 (graphique): les modalités les plus contributives à la formation de cet axe sont CM = X4, CM = X6, LV = Va, BG = Ba, AR = Aa, IA = Tb, IA = Ta, IF = Fb et IF = Fa. De par les valeurs de contributions de ces modalités, cet axe pourra être nommé, axe des stations-service se trouvant dans la commune de Lubumbashi ne disposant pas d'affiche interdisant d'émettre l'appel en son sein n'ont plus d'affiche interdisant de fumer au sein de la station. On remarque que cet axe oppose les stations-service de la commune Kamalondo (côté positif de l'axe) disposant le service de lavage de véhicules, mais n'ayant pas d'affiches interdisant d'appeler ou de fumer, des stations de la commune de Lubumbashi disposant d'affiches interdisant d'appeler et du service d'entretien de véhicules;
- Le deuxième axe quant à lui, est formé par les modalités CM = X1, CM = X6, LV = Va, IC = Ia et BF = Ka. Cet axe oppose principalement les stations de la commune Kampemba ayant déjà connu au moins une fois l'incendie et disposant de barre de fer comme mesure de sécurité des stations de la commune de Lubumbashi organisant le service de lavage de véhicule.

Ainsi, en superposant les deux axes, on distingue suivant ces axes, deux groupes des ménages tels que repris dans le graphique ci-dessous:

- Le premier groupe constitué des stations-service de la commune Kamalondo ayant des affiches interdisant de fumer et/ou d'appeler; et dont la majorité disposent des services connexes, notamment, le lavage de véhicules et l'alimentations (ou petit super marché);

- Le deuxième groupe quant à lui, est constitué des stations de la commune Kampemba ne disposant pas de barre de fer ni des bouteilles à gaz comme mesures sécuritaires. La plupart de ces stations-service n’ont jamais connu d’incendie ce qui pourrait être expliqué par le fait que ces stations n’ont pas certaines mesures sécuritaires de lutte contre l’incendie et ne pratiquent presque pas des activités connexes;
- Pour ce qui concerne le troisième groupe, il est plus caractérisé par les stations-service de la commune Annexe et celles de la commune de Lubumbashi, disposant des affiches interdisant d’effectuer un appel et/ou de fumer dans l’enceinte de la station, des barres de fer et Bouteilles à gaz. On remarque que, la plupart des stations-service de ces groupes, n’ont jamais connu d’incendie ce qui pourrait être justifié par la présence de ces mesures sécuritaires.

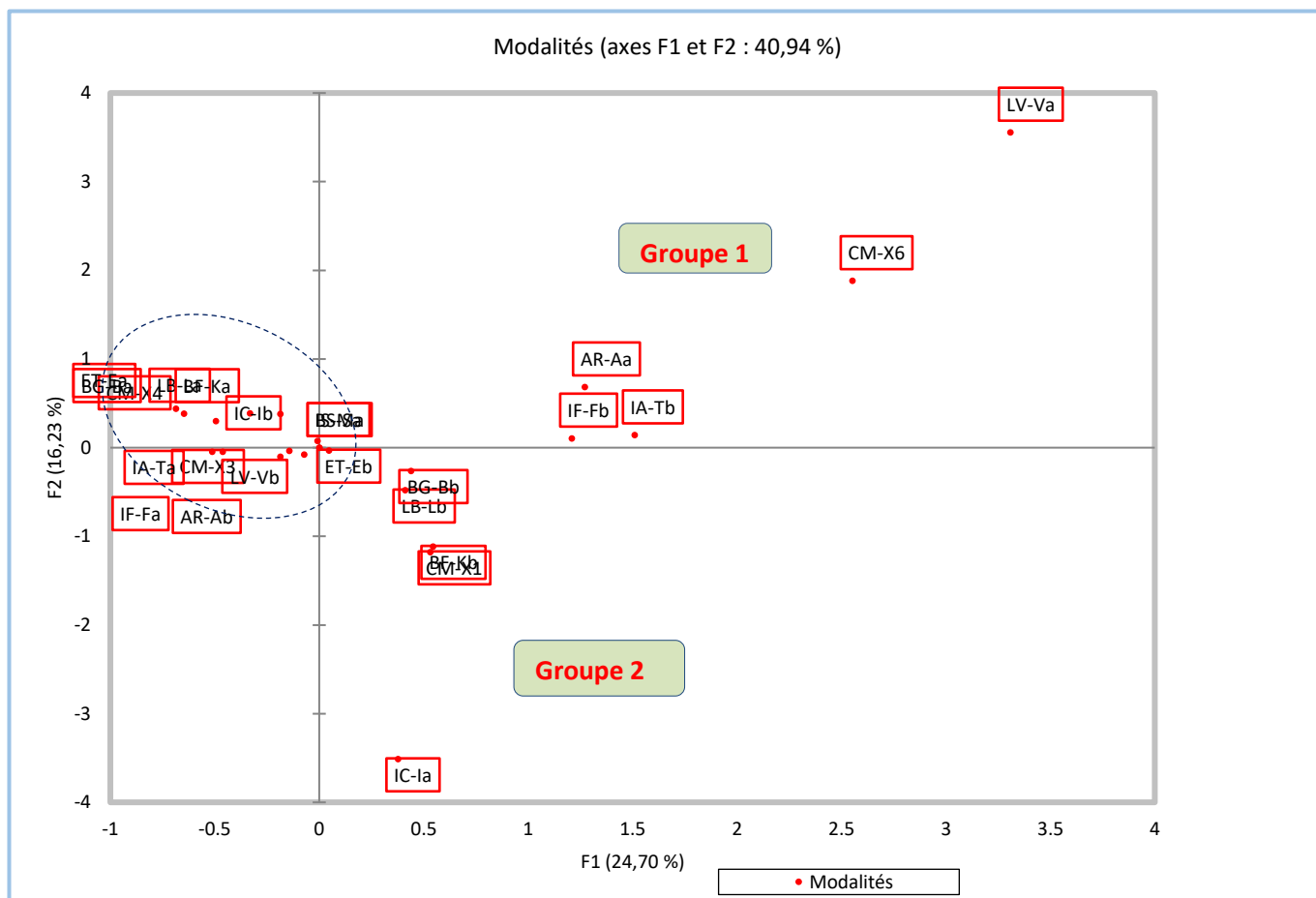


Fig. 8. Plan factoriel des deux premiers axes de l'ACM et regroupement des stations-service selon leurs caractéristiques

3.3 SIG

Dans les zones urbaines comme Lubumbashi, l’analyse des dangers requiert une approche globale qui prend en compte les facteurs spatiaux, temporels et humains. Les Systèmes d’Information Géographique (SIG) sont des outils contemporains qui permettent d’assurer une gestion optimale des dangers. Il est essentiel que les acteurs locaux collaborent pour renforcer la sécurité et la résilience des zones urbaines face aux risques technologiques. Dans le secteur des stations-service, les zones à risque désignent les milieux géographiques où l’implantation de ces installations peut représenter un risque accru pour la santé, la sécurité et l’environnement.

Ces risques peuvent découler de la nature inflammable et nocive des hydrocarbures manipulés, entreposés et fournis dans les pompes à essence. Parmi les dangers de ces milieux, on compte les incendies, les explosions et les déversements de carburant.

3.3.1 ZONES À RISQUES PAR POSITION

Dans le cadre de notre recherche, nous avons identifié les zones à risque par position comme des sites précis de stations-service, en raison de leur proximité avec diverses infrastructures sensibles (écoles, lieux commerciaux, hôpitaux, résidences ou tout autre établissement accueillant le public). La carte ci-dessous illustre 183 zones à risque, composées de stations-service ayant fait l’objet d’une enquête dans la ville de Lubumbashi.

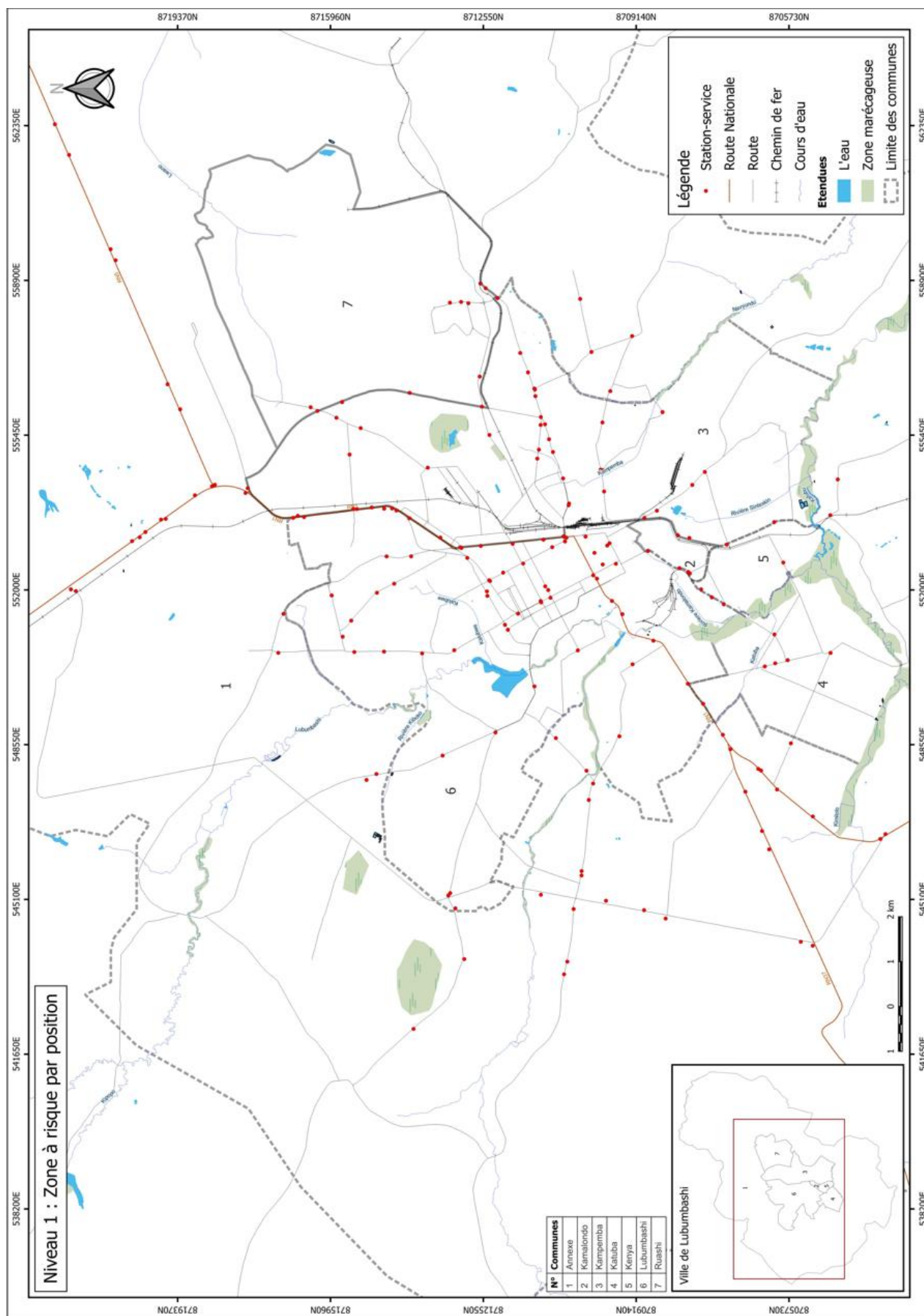


Fig. 9. Localisation des zones à risque des stations-service dans la ville de Lubumbashi

3.3.2 ZONES À RISQUES DE PROXIMITÉ

Dans le cadre de notre recherche, nous avons considéré les zones de proximité comme étant les milieux où les stations-service sont situées à proximité, à moyenne distance ou à distance éloignée les unes des autres, augmentant ainsi le risque d'incidents cumulés. Pour ce faire, nous avons identifié trois types de zones de proximité où les stations-service sont construites à moins de 300 mètres les unes des autres, ce qui augmente par conséquent le risque d'incidents cumulés. L'étude a porté sur un échantillon de 50 stations-service représentant 25 zones à risques de proximité.

3.3.2.1 ZONES À RISQUES DE PROXIMITÉ ÉTROITE (ZONE PAR PROXIMITÉ PRÈS)

Pour notre étude, nous avons identifié 30 stations-service sont construites à moins de 100 mètres les unes des autres, ce qui augmente par conséquent le risque d'exposition de la population. La carte ci-dessous détermine le nombre de stations-service construites dans ces zones de proximité étroite.

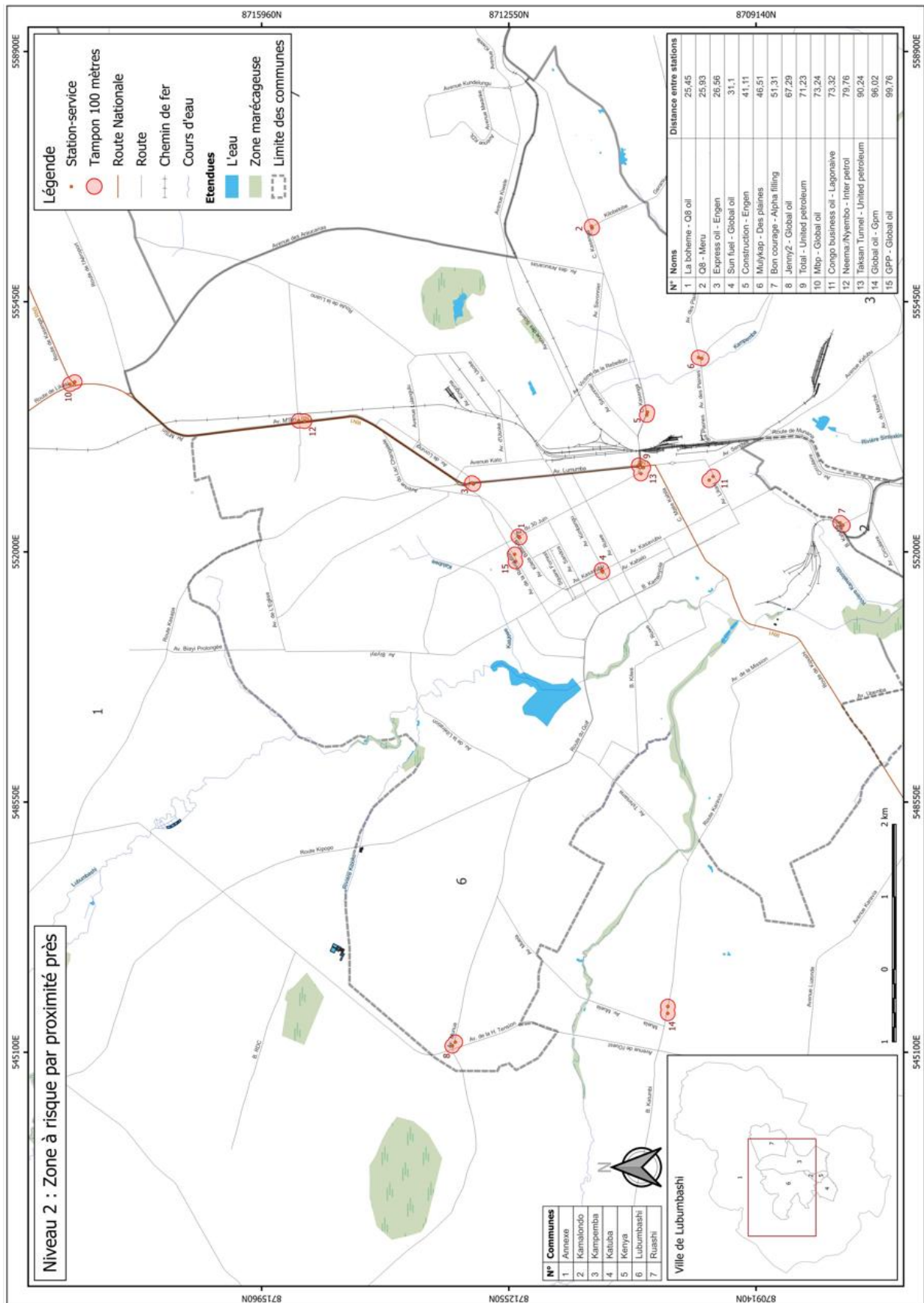


Fig. 10. Zones à risque de proximité étroite des stations-service dans la ville de Lubumbashi

3.3.2.2 ZONES À RISQUES DE PROXIMITÉ INTERMÉDIAIRE (PROXIMITÉ MOYENNE)

Dans cette catégorie, la carte ci-dessous, montre comment les 16 stations-service sont construites à une distance de 101 à 200 mètres les unes des autres, ce qui entraîne une exposition modérée de la population, et ses impacts y sont également modérés.

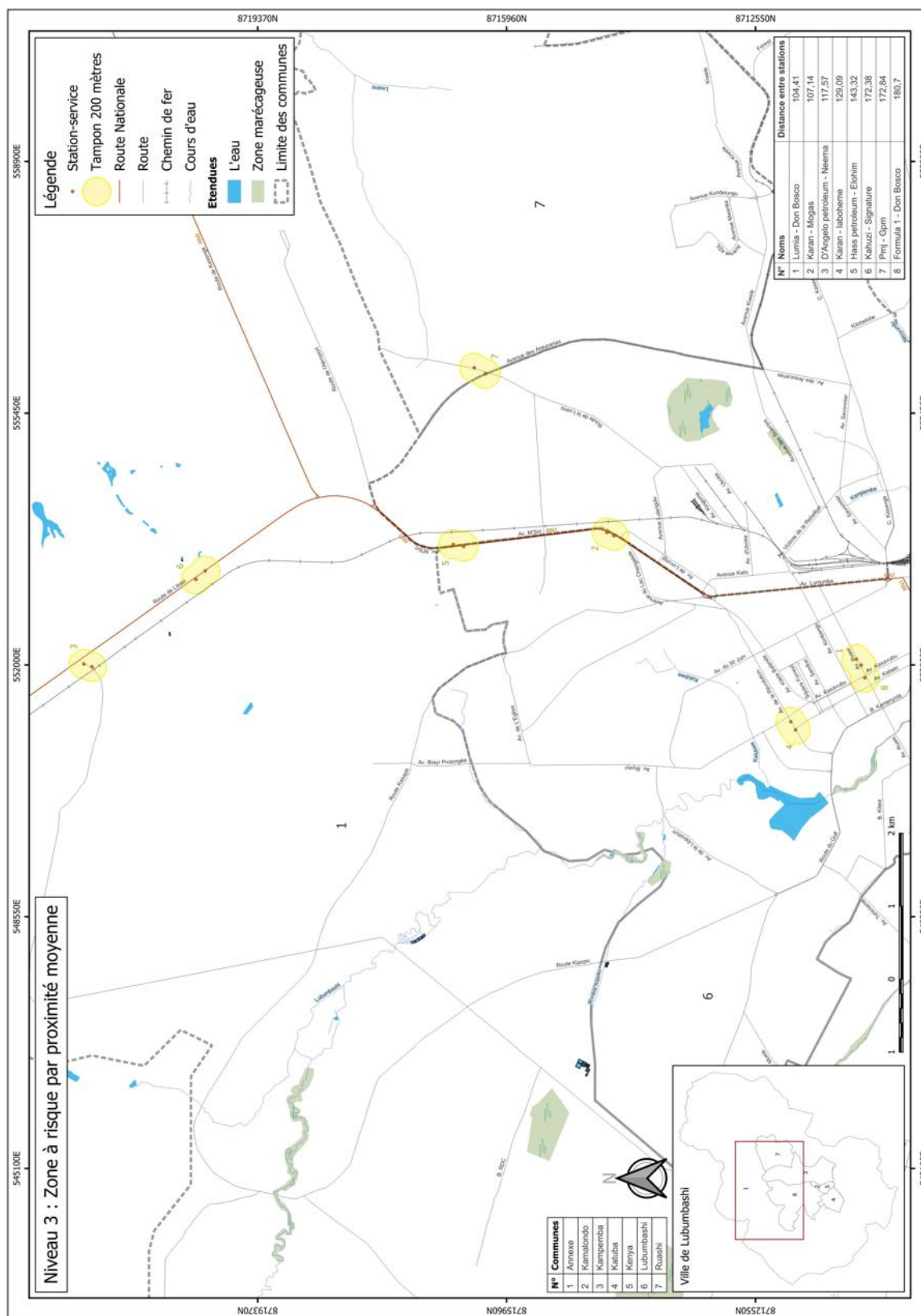


Fig. 11. Zones à risque de proximité intermédiaire des stations-service dans la ville de Lubumbashi

3.3.2.3 ZONES A RISQUES DE PROXIMITÉ ÉLOIGNÉE

La carte ci-dessous montre comment les 4 stations-service sont construites à une distance de 201 à 300 mètres les unes des autres, ce qui entraîne une faible exposition de la population, et ses impacts y sont également faibles.

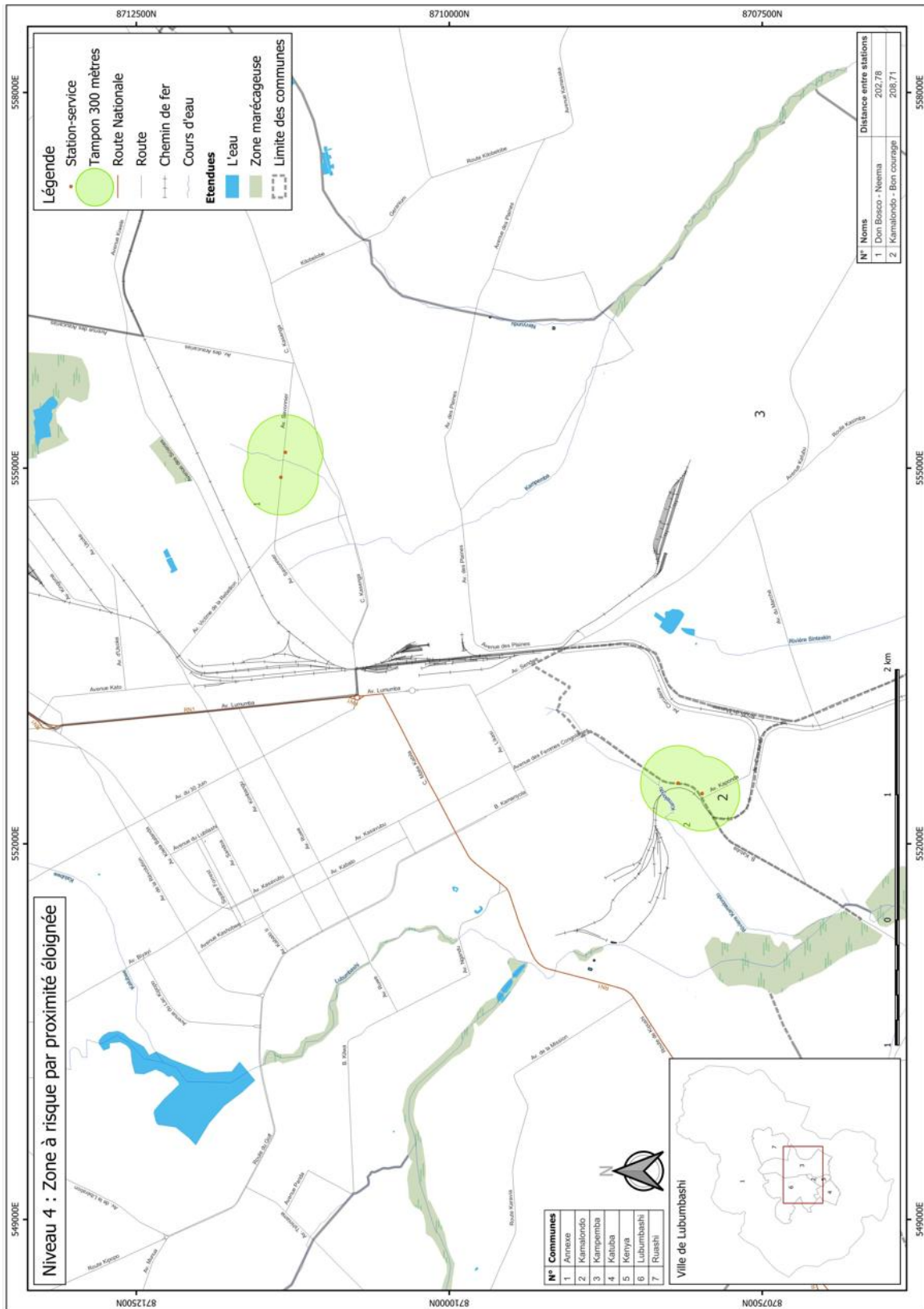


Fig. 12. Zones à risque de proximité éloignée des stations-service dans la ville de Lubumbashi

4 DISCUSSION

À Lubumbashi, la relation entre les paysages urbains, les stations-service et les hydrocarbures représente un défi complexe et pluridimensionnel. Il est essentiel de comprendre ces facteurs dans un contexte systémique, en tenant compte de leurs interrelations et de leur influence mutuelle. Les stations-service jouent un rôle crucial dans l'organisation urbaine, influençant la circulation, l'économie locale et le bien-être des habitants.

Leur positionnement stratégique le long des routes principales facilite l'accès et transforme le paysage urbain. Cependant, cette présence soulève des défis significatifs, notamment en matière de pollution, de santé publique et de sécurité des espaces environnants. Les émissions polluantes et le risque de contamination représentent des dangers immédiats pour les communautés avoisinantes.

Outre leur rôle de points de ravitaillement, les stations-service sont également des lieux de rassemblement qui influencent les dynamiques sociales des quartiers environnants. Elles créent des emplois et favorisent le commerce local, contribuant ainsi à l'économie de Lubumbashi. Toutefois, cette contribution doit être équilibrée par des pratiques durables.

Il est essentiel de trouver un équilibre entre progrès économique et préservation de la santé des habitants et de l'environnement. L'implantation des stations-service dans des zones à risque requiert une vigilance accrue de la part des planificateurs, des responsables politiques et des collectivités. Des actions préventives, des normes rigoureuses et des campagnes de sensibilisation peuvent réduire les conséquences néfastes, tout en assurant une croissance urbaine durable.

La concentration des stations-service, notamment dans des quartiers où la distance entre elles est inférieure à 100 mètres, pose des problèmes majeurs de santé publique, d'environnement et de lien social. Il est donc indispensable de mettre en place une réglementation stricte, des évaluations d'impact et une sensibilisation de la population pour gérer ces risques de manière proactive.

Pour remédier aux conséquences sur le climat local, telles que la pollution lumineuse, les rejets de gaz à effet de serre et l'érosion des ressources hydriques, il est essentiel d'adopter des approches de planification urbaine qui prennent en compte ces problématiques. Cela implique l'adoption de directives pour l'installation, la promotion de solutions d'infrastructure écologique, ainsi que la sensibilisation des communautés.

L'avenir des paysages urbains de Lubumbashi dépend de la capacité des décideurs, des urbanistes et des communautés à unir leurs efforts pour créer des environnements qui concilient croissance économique et durabilité environnementale. L'intégration avisée des stations-service, appuyée par des initiatives innovantes et une implication active de la communauté, peut transformer ces installations en atouts pour une ville dynamique. Lubumbashi a la possibilité de montrer l'exemple en matière de développement durable en faisant des stations-service des composantes intégrées qui rehaussent le niveau de vie et protègent l'environnement.

5 CONCLUSION

L'étude des paysages urbains autour des stations-service de Lubumbashi met en lumière des enjeux majeurs. Bien qu'elles soient indispensables pour répondre à la demande de carburant de la population, leur implantation dans des zones densément peuplées soulève des préoccupations en matière de sécurité et de santé publique. En effet, ces installations présentent divers dangers, tels que les accidents routiers, les fuites de carburant et les rejets polluants. Ces risques sont particulièrement préoccupants dans les zones résidentielles, où les habitants sont directement exposés.

De plus, la concurrence accrue entre les investisseurs et les gestionnaires de ces infrastructures pourrait inciter certains d'entre eux à négliger les normes de sécurité pour attirer davantage de clients, ce qui pourrait aggraver la situation.

Il est donc essentiel que les autorités locales renforcent la réglementation encadrant l'implantation et l'exploitation de ces infrastructures. Cela inclut une évaluation rigoureuse de l'impact environnemental avant l'approbation de toute nouvelle installation. Une planification urbaine efficace doit garantir que ces infrastructures respectent des normes de sécurité strictes et ne nuisent pas à la qualité de vie des habitants.

Face à ces défis, les exploitants de stations-service doivent adopter des pratiques plus respectueuses de l'environnement. Cela implique l'installation de dispositifs de prévention des fuites et des incidents, ainsi que la mise en place de mesures visant à réduire les émissions polluantes. Il est également crucial de former le personnel à la sécurité et à la gestion des risques.

Enfin, un développement urbain équilibré repose sur une étroite collaboration entre les autorités, les acteurs économiques et la population locale. Or, les populations ne sont souvent pas informées des dangers que représentent les stations-service ni des mesures de sécurité à adopter en cas d'incendie ou d'explosion. Pour garantir à Lubumbashi un cadre de vie urbain sécurisé et durable, il est indispensable de combiner une réglementation stricte, des comportements responsables et l'implication de la communauté. Une telle approche permettra de réduire les risques tout en répondant aux attentes de la population.

REFERENCES

- [1] Beck E., Glatron S., 2008, « Vulnérabilité socio-spatiale aux risques majeurs: l'approche du géographe », actes du colloque national *Vulnérabilités sociétales, risques et environnement. Comprendre et évaluer*, 14-15-16 mai 2008, Toulouse, Université Toulouse le Mirail.
- [2] Benoît Sallé & Florian Marc, 2019, « Évaluation du risque incendie dans l'entreprise »: Guide méthodologique, Édition INRS ED 970 4e édition • mars 2019 • 2000 ex. • ISBN 978-2-7389-2458-2, 36p.
- [3] Beucher S., Meschinot de Richemond N., Reghezza M., 2008, « Les territoires du risque », *Historiens & Géographes*, n°403, p.103-111.
- [4] Billet Philippe, 2005, « La reconquête foncière des zones exposées à un risque technologique », dans Camproux-Duffrène M.P (dir.), *Les risques technologiques: la loi du 30 juillet 2003*, Strasbourg: PUS, p.107-119.
- [5] Blancher P., 1998, « Scénarios de risque industriel et prévention par l'aménagement », dans Decrop G., Galland J.P. (sous la dir.), *Prévenir les risques: de quoi les experts sont-ils responsables ?*, Paris: Édition de l'Aube, p.127-148.
- [6] Blancher P., Barthélemy J.R., Marris C., 1998, « Maîtrise des risques de l'urbanisation et risques industriels majeurs », *2001 Plus*, Paris, n°46.
- [7] Blancher Philippe, Paquet Pierre, 1997, « Lyon, sa chimie et son environnement, de l'incompréhension à la complémentarité », *Economie et humanisme*, n°342, p.29-34.
- [8] Blesius J.C., 2014, *Vivre avec les industries ? La prise en compte du risque industriel majeur dans les pratiques d'aménagement: Une approche comparée entre Québec et France*. Revue Territoires en Mouvements, Université de Lille, France, <http://tem.revues.org/2614>
- [9] Boulkaïbet A., 2011, *La question du risque industriel et le développement durable en Algérie: cas de la wilaya de Skikda (la zone pétrochimique et la cimenterie de Hadjar Assoud)*, mémoire de Magister, Université de Constantine
- [10] Burel, F. et Baudry, J., 1999. *Écologie du paysage concepts, méthodes et applications*. 2e édition, Paris, TEC & DOC, 359 p.
- [11] Burel, F., Lavigne, C., Marshall, E.J.P., Moonen, A.C., Ouin, A. et Poggio, S.L., 2013. *Landscape ecology and biodiversity in agricultural landscapes. Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. Article sous presse,
- [12] Bussi, M., 2001. *Géographie, démocratie, participation: explication d'une distance, arguments pour un rapprochement. Géocarrefour*, 76 (3-Les territoires de la participation),
- [13] Cauvin C., Hiegel C., Propeck-Zimmermann E., Saint-Gérand T., 2000, *La cartographie dynamique; méthode d'analyse des phénomènes spatio-temporel, application à l'expertise des risques technologiques*, Rapport de recherche ronéoté, Caen, 139 p.
- [14] Chaguetmi F., 2011, *Urbanisation autour des sites industriels à haut risque. Cas de Skikda*. Mémoire de magister, Université Mentouri Constantine, 208 p.
- [15] Christine Boust & Rodolphe Lebreton, 2019, « Combustibles et carburants pétroliers »: Aide-mémoire Technique, Édition INRS, ED 989 2e édition • février 2019 • 2 000 ex. • ISBN 978-2-7389-2464-3, 16p
- [16] Christine Boust, Aline Mardirossian, 2011, « Les hydrocarbures aromatiques », Edition INRS, ED 4226 2e édition • juin 2011 • 2 000 ex. • ISBN 978-2-7389-1909-0, 6p
- [17] Christou Michalis D., Amendola Aniello., Smeder Maria., 1999, "The control of major accident hazards: The land-use planning issue", *Journal of Hazardous Materials*, Vol.65, n°1-2, p. 151-178. Disponible: <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6TGF-3W1YH9KT/2/d0319b26a32add18b71277e0293bf3e5>
- [18] Claire Hiegel, 1999, « La station-service: étude spatiale du réseau de distribution de carburant à Strasbourg », *Revue Géographique de l'Est [En ligne]*, vol. 39 / 2-3 | 1999, mis en ligne le 5 septembre 2013, consulté le 02 juillet 2020. URL: <http://journals.openedition.org/rge/4444>
- [19] D. Graillot, J.-P. Waaub (dir.), « Aide à la décision pour l'aménagement du territoire: méthodes et outils », Lavoisier, Paris, 2006, 437 pages
- [20] D. Pumain, A. Bretagnolle et M. Degorge-Lavagne « La ville et la croissance urbaine dans l'espace-temps », *Mappemonde*, n°55, 1999.3, pp.38/42.
- [21] D'Ercole R., 1994, « Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés; concepts, typologie, mode d'analyse », *Revue de géographie alpine*, n° 82, p.87-96.
- [22] D'Ercole R., Metzger P., 2009, « La vulnérabilité territoriale: une nouvelle approche des risques en milieu urbain », *Cybergeo: European Journal of Geography*,
- [23] Damien Morice, 2012, *le discount du pétrole*, Master parcours Marketing international Université du havre, France, [En ligne], https://www.memoireonline.com/08/13/7293/m_Le-discount-du-petrole15.html, consulté le 20 juillet, 2020
- [24] Dauphiné A., Provitolo D., 2007, « La résilience: un concept pour la gestion des risques », *Annales de Géographie*, n°654, p.115-125.
- [25] Di Meo Guy, 2007, « Identités et territoires: des rapports accentués en milieu urbain ? », *Métropoles*, 1, Varia, mis en ligne le 15 mai 2007, disponible sur <http://metropoles.revues.org/document80.html>.
- [26] Dikumbwa N. 1990. Facteurs écoclimatiques sur les cycles biogéochimiques en forêt dense sèche zambézienne (Muhulu) du Shaba méridional. *Geo-Eco-trop*, 14: 1-159.
- [27] Donze J., 2007, « Le risque: de la recherche à la gestion territorialisée », *Géocarrefour*, vol. 82/1-2, 2007, mis en ligne le 14 mars 2008. URL: <http://geocarrefour.revues.org/index1395.html>.
- [28] Donze Jacques, 1996 a, « Le risque: une nouvelle approche des rapports entre la ville et l'industrie », *Revue de géographie de Lyon*, vol.71, n°1, p.3-6.
- [29] Donze Jacques, 1996 b, « L'impact des risques technologiques sur l'urbanisation: les communes de Pont-de-Claix et de Saint-Fons », *Revue de Géographie de Lyon*, Vol.71, n°1, p.45-53.

- [30] Donze Jacques, 2003, « Bhopal, Toulouse, Couloir de la chimie: faut-il avoir peur de l'industrie chimique ? », *Les Cafés géographiques*, décembre 2003, disponible sur www.cafe-geo.net/cafe2/article.php3?id_article=180
- [31] Donze Jacques, 2005 a, « La gestion de la qualité, de l'environnement et des risques, facteurs d'innovations dans les relations des entreprises avec le territoire », *Cahiers Nantais*, n°62-63, 2004-2005, p.67-77.
- [32] Dugot P., 2002, « Quel urbanisme commercial ? », *Etudes Foncières*, n°98, juillet août, p.24-28.
- [33] Edwards, N. T., 1983. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH's) in the Terrestrial Environment A Review. *Journal of Environmental Quality*, environmental occurrence, bioavailability, and microbial
- [34] Enerzine, 2011, *les stations d'essence polluent l'environnement immédiat*, magazine d'énergie au quotidien, [En ligne] <https://www.enerzine.com/les-stations-essence-polluent-lenvironnement-immediat/10679-2011-02>.
- [35] Florian Marc, Aline Mardirossian, Benoît Sallé et Katia Bourdelet, 2020, « Incendie et lieu de travail »: *Prévention et organisation dans l'entreprise*, Édition INRS, ED 990 2e édition | septembre 2020 | 5000 ex. | ISBN 978-2-7389-2551-0, 80p
- [36] Florian Marc, Aline Mardirossian, Benoît Sallé, 2020, « L'explosion d'Atex sur le lieu de travail », Edition INRS, ED 6337 1re édition | mai 2020 | 5 000 ex. | ISBN 978-2-7389-2565-7, 12p
- [37] Glatron S., 1996, « Évaluer les risques liés au stockage et au transport des hydrocarbures en milieu urbain », *Revue de géographie de Lyon*, n°71-1, p.17-23.
- [38] Gleyze J.F., Reghezza M., 2007, « La vulnérabilité structurelle comme outil de compréhension des mécanismes d'endommagement », *Géocarrefour*, vol.82, 12/2007, p.17-26.
- [39] Goeury, David, et Philippe Sierra. « Chapitre 2. L'analyse géoéconomique. Les territoires comme lieux et acteurs des échanges ». In *Introduction à l'analyse des territoires*, 39 56. Cours. Paris: Armand Colin, 2016. <https://www.cairn.info/introduction-a-l-analyse-des-territoires-9782200293024-p-39.htm>.
- [40] Hiegel C., 1999, La station-service: Etude spatiale du réseau de distribution de carburant à Strasbourg, *Revue Géographique de l'Est*, pp. 119-126
- [41] J.-L. LE Moigne, « Les épistémologies constructivistes », P.U.F., Paris, Collection QSI, 1999, 120 pages
- [42] Jean-Michel Petit & Jean-Louis Poyard, 2004, « Les mélanges explosifs »: *Partie 1: gaz et vapeurs*, Édition INRS ED 911 1re édition (2004) • Réimpression juillet 2015 • ISBN 2-7389-1183-8, 100p
- [43] Jean-Michel Petit, 2006, « Les mélanges explosifs »: *Partie 2: poussières combustibles*, Édition INRS ED 944 1re édition (2006) • Réimpression juillet 2015 • ISBN 2-7389-1386-5, 67p
- [44] Kalombo K., 2011: *Évolution spatiotemporelle des normales pluviométriques dans l'est de la cuvette centrale (République Démocratique du Congo)*, In « Les systèmes hydroclimatiques de l'Afrique Equatoriale » Editeur J- D. Makenga, Université Omar Bongo, Libreville, Gabon.
- [45] Kalombo K., Ercicum M. et Assani A. 1996. Évolution chronologique des précipitations dans le sud-est du Zaïre. Comparaison avec celle des pays voisins. *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, 9, 446- 453.
- [46] Kambayi, B. (2018). Urbanisation et dynamiques culturelles à Lubumbashi. *Revue Congolaise de Développement*, 8 (2), 45-62.
- [47] Katia Bourdelet & Aline Mardirossian, 2023, « Les extincteurs d'incendie portatifs, mobiles et fixes »: *Moyens de prévention, Équipements de protection collective et individuelle*, Édition INRS, ED 6054 3e édition | octobre 2023 | 1 000 ex. | ISBN 978-2-7389-2855-9, 35p
- [48] Lamarre Denis, 2003, « les risques, à tous les niveaux de la géographie: question et débat », *Historiens & Géographes*, n°384, p.401-408.
- [49] Letombe G., Longuépée J., Zuideau B., 2002, « L'impact de l'environnement sur les valeurs immobilières », *Etudes Foncières*, n°98, juillet-août, p.39-41.
- [50] Luginbühl Y., 2005. « Le paysage pour penser le bien être ? », dans Fleuret S. (dir.), *Espaces, Qualité de vie et Bien Etre*, Angers: Presse universitaire d'Angers, 318 p.
- [51] Lukusa, M. (2020). Patrimoine architectural et aménagement urbain à Lubumbashi. *Annales de l'Université de Lubumbashi*, 15 (1), 77-92.
- [52] Mabika, K. (2020). Culture et politiques d'aménagement à Lubumbashi. Éditions Universitaires Africaines.
- [53] Magne Laurent, Vasseur Dominique, 2006, *Risques industriels: complexité, incertitude et décision, une approche interdisciplinaire*, Paris: Tec & Doc - Lavoisier, 462 p.
- [54] Martinais Emmanuel, 2007 c, « La cartographie au service de l'action publique », *EspacesTemps.net*, 13.11.2007, [en ligne] <http://espacestemp.net/document/3643.html>
- [55] Matsugi, Hiromi, Sylvie Brosseau, et Catherine Grout. « Éditorial ». *Projets de paysage. Revue scientifique sur la conception et l'aménagement de l'espace*, no 29 (29 décembre 2023). <https://doi.org/10.4000/paysage.32928>.
- [56] Misselyn Pascal et Squilbin Marianne, 2003, « secteur industriel spécifique aux stations-services », données de l'IBGE [En ligne]: interface activités économiques et environnement, Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement, https://document.leefmilieu.brussels/opac_cs/s/elecfile/Ent%25209, consulté 12 juin 2020.
- [57] Mondello Gérard, 2003, « Risque industriel et réglementation: aux frontières de l'analyse économique et juridique », *Réalités industrielles*, Mai 2003, p.30-37.
- [58] Muambi, K. (2015). Identités urbaines et aménagement du territoire à Lubumbashi. *Revue Africaine d'Urbanisme*, 6 (2), 23-36.
- [59] Munyemba KF. 2010. Quantification et modélisation de la dynamique paysagère en vue de l'évaluation de l'impact écologique des émissions issues de la pyrométallurgie. Thèse de doctorat. Université de Lubumbashi, R.D. Congo, 265p.
- [60] Neff, J.M., 1979. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the aquatic Environment: Sources, Fates and Biological Effects. London, Applied Science Publishers Ltd.

- [61] Pico L., 2008, « Assurer le risque, modéliser la vulnérabilité; de l'approche actuarielle à l'approche territoriale des risques », Actes du colloque national *Vulnérabilités sociétales, risques et environnement. Comprendre et évaluer*, 14-15 mai 2008, Toulouse, Université Toulouse le Mirail.
- [62] Propeck-Zimmermann E., Saint-Gérard T., Bonnet E., 2008, « Spatialiser et évaluer les situations à risques technologiques: quelles données pour une gestion territoriale ? », Actes du colloque *Sagéo'2008*, p.1-15.
- [63] Reynaud L., 2005. « Des lieux où il fait bon vivre: demande sociale du risque zéro », dans Fleuret S. (dir.), *Espaces, Qualité de vie et Bien Etre*, Angers: Presse universitaire d'Angers, 318 p.
- [64] Rudolf F., 2008, « Société du risque, société vulnérable », Actes du colloque national *Vulnérabilités sociétales, risques et environnement. Comprendre et évaluer*, 14-15 mai 2008, Toulouse, Université Toulouse le Mirail.
- [65] Occelli S., « Simulation for geography: new trends and old problems », colloque Géopoint, « L'explication en géographie », Groupe Dupont, Université d'Avignon, 29 et 30 mai 2000, pp.68-74.
- [66] Robert S., « Le paysage visible de la Promenade des Anglais à Nice: essai d'une représentation cartographique dynamique », *Mappemonde*, n°86, 2-2007.
- [67] Sallé Benoit, Werlé Roland, Tonnet Vincent, 2006, « Stations-service et autres stations de distribution des produits pétroliers »: *prévenir les risques lors des opérations de maintenances*, Edition INRS, ED 6256 décembre 2016, 63p
- [68] Sauvage L., 2002, « La maîtrise de l'urbanisation autour des sites industriels à risque », *Etudes Foncières*, 2002, n°95, pp28-29.
- [69] Theys J., Fabiani J-L., 1987, *La société vulnérable: évaluer et maîtriser les risques*, Paris: Presses de l'Ecole Normale Supérieure, 674 p.
- [70] Veyret Yvette (dir.), 2005, *Le développement durable: approche plurielles*, Paris: Hatier, collection « Initial », 288 p.
- [71] Whitacre, D. M., Liu, G., Niu, Z., Niekerk, D., Xue, J. & Zheng, L. (2008). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) from Coal Combustion: Emissions, Analysis, and Toxicology. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*.
- [72] Zimmermann E. (Propeck), 1996, « De l'usage de la cartographie dans l'appréhension des RTM », *Revue de géographie de Lyon*, n°71-1, p.11-16.