

Impact de Stations-Service sur la Nappe Phréatique Adjacente Cas des Stations-service Groupe Petropeuple et Bon Berger

Sangwa Kiteba Guellord

Département de Géographie et sciences de l'environnement,
Université de Lubumbashi, Lubumbashi, RD Congo

Bula Katendi

Département de Mathématiques et Informatiques
Université de Lubumbashi, Lubumbashi, RD Congo

Amisi Mwanayamba

Département de Géographie et sciences de l'environnement,
Université de Lubumbashi, Lubumbashi, RD Congo

Mbayo Kitambala Marsi

Département de Chimie, Université de Lubumbashi, Lubumbashi, RD Congo

Asumani Salimini

Département de Géographie et sciences de l'environnement,
Université de Lubumbashi, Lubumbashi, RD Congo

[Doi: 10.19044/esipreprint.4.2023.p96](https://doi.org/10.19044/esipreprint.4.2023.p96)

Approved: 10 April 2023

Posted: 13 April 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Guellord S.K., Katendi B., Mwanayamba A., Marsi M.K. & Salimini A. (2023). *Impact de Stations-Service sur la Nappe Phréatique Adjacente Cas des Stations-service Groupe Petropeuple et Bon Berger*. ESI Preprints.

<https://doi.org/10.19044/esipreprint.4.2023.p96>

Résumé

Cet article analyse les paramètres physico-chimiques et organoleptique de la qualité des eaux puisées aux environs de stations-service : Cas de deux secteurs de la station-service Bon Berger et station-service Groupe petropetroleum. Pour y arriver un prélèvement de 25 échantillons dans huit forages dont deux attachés aux deux stations-services et dans dix-sept puits se trouvant aux environs de stations. Les échantillons ont été analysés au laboratoire chimique de la Société Chemaf. L'observation directe a précédé le travail de repérage des stations-service, des puits et de

forages. À l'aide d'un Système de Positionnement Global (GPS) et du logiciel Quantum Geographic Information System (QGIS) les données ont été cartographier. Un questionnaire contenant des informations sur La perception de contamination des eaux par les personnes enquêtées ; le questionnaire a visé les chefs de ménages ou son conjoint. En tout, 117 ménages ont été touchés par l'enquête. Ce nombre a été réalisé partant des parcelles qui s'approvisionnent en eau auprès de l'un ou l'autre forage ou puits. La distance par rapport à la source d'approvisionnement a joué. Tous les puits et forages dans ces secteurs ont des valeurs inférieures en métaux lourds pour la majorité, mais ont tous un excès en Plomb dépassant la norme OMS ($0,01m/l$), élément chimique utilisé dans les industries et le carburant comme antidétonant ; il est très dangereux pour la santé. Il en ressort également que, sur base des paramètres analysés, 64% des puits et de forages ont des eaux qui répondent à la norme OMS alors que 36 % ont des eaux de qualité mauvaise ou très mauvaise.

Mots-clés: Analyse physico chimique, Organoleptique, secteur de la station-service GPP, secteur de la station-service Bon Berger.

Impact of Service Stations on the adjacent Groundwater Case of the Groupe Petropeuple and Bon Berger service stations

Sangwa Kiteba Guellord

Département de Géographie et sciences de l'environnement,
Université de Lubumbashi, Lubumbashi, RD Congo

Bula Katendi

Département de Mathématiques et Informatiques
Université de Lubumbashi, Lubumbashi, RD Congo

Amisi Mwanayamba

Département de Géographie et sciences de l'environnement,
Université de Lubumbashi, Lubumbashi, RD Congo

Mbayo Kitambala Marsi

Département de Chimie, Université de Lubumbashi, Lubumbashi, RD Congo

Asumani Salimini

Département de Géographie et sciences de l'environnement,
Université de Lubumbashi, Lubumbashi, RD Congo

Abstract

This article analyzes the physicochemical and organoleptic parameters of the quality of water drawn from the vicinity of service stations: Case of two sectors of the Bon Berger service station and the Petropetroleum Group service station. To achieve this, a collection of 25 samples was taken from eight boreholes, two of which were attached to the two service stations, and from seventeen wells located around the stations. The samples were analyzed in the chemical laboratory of the Chemaf Company. Direct observation preceded the work of locating service stations, wells and boreholes. Using a Global Positioning System (GPS) and Quantum Geographic Information System (QGIS) software, the data was mapped. A questionnaire containing information on the perception of water contamination by the people surveyed; the questionnaire targeted the heads of households or their spouse. In all, 117 households were reached by the survey. This number was calculated based on plots that get their water supply from one or another borehole or well. The distance from the source of supply played a role. All the wells and boreholes in these sectors have lower heavy metal values for the majority, but all have an excess of lead exceeding the WHO standard (0.01m^l), a chemical element used in industries and fuel as an anti-knock; it is very dangerous for health. It also shows that, based on the parameters analyzed, 64% of wells and boreholes have water that meets

the WHO standard, while 36% have water of poor or very poor quality.

Keywords: Physico-chemical analysis, Organoleptics, GPP service station sector, Bon Berger service station sector

Introduction

La mondialisation, l'expansion des villes, l'explosion démographique, ont beaucoup joué sur la technologie et les activités du tertiaire. C'est ainsi que les infrastructures spécialisées dans la vente de carburant ou station-service se multiplient dans les villes de pays émergents ou en développement.

Cependant, les installations de ces stations requièrent certaines conditions de sécurité pour lutter contre les risques y afférents ; des fuites de carburants à partir des réservoirs enfouis menaçant la qualité des nappes phréatiques utilisées par certaines populations résidentes du quartier kalubwe à Lubumbashi sont dépendantes de ces eaux par manque d'approvisionnement du service spécialisé pour la fourniture de la Régideso.

Les stations-service connaissent leur dynamique durant ces dernières décennies en République Démocratique Congo ceci à la suite de la libéralisation du secteur pétrolier par le gouvernement. Ce qui a suscité la curiosité de plusieurs chercheurs, entres autres Mujinga, K. (1997) s'est intéressé à la répartition spatiale des stations-service dans l'espace urbain de Lubumbashi. L'auteur constate que ces stations-service connaissent un accroissement rapide et sont installées à des endroits où les activités sont intenses. Il a, dans le même travail, évoqué les risques auxquelles les habitants de la ville sont exposés si jamais ces stations n'observent pas la conformité des lois qui régissent le secteur

Sangwa, K. et al. (2021) ont à leur tour, non seulement étudié la distribution des stations-services à Lubumbashi, mais ont aussi montrer leur impact dans l'écosystème urbain de Lubumbashi. Hiegel, c. (1995) Quant a lui avait analysé les risques liés aux stations-service à Strasbourg qu'il qualifia de risques technologiques mineurs.

Blaesius, J. (1992) dans les dernières nouvelles d'Alsace traite des stations-services hors -services. Les risques auxquels les habitants sont exposés étant de plusieurs ordres, contribuer à cette série de connaissances en analysant la pollution des eaux souterraines due aux stations-services est indispensable. Car, l'installation de station-service a contribué à l'urbanisation des villes et alimente les véhicules en carburant durant leur parcours. Mais, il faut penser à l'impact que celle-ci pourrait avoir sur l'environnement et surtout au niveau du sous-sol où l'on place les réservoirs de carburant. Les réservoirs de carburant enfouis dans le sous-sol, à l'instar de ceux placés à certains endroits dans le quartier Kalubwe, sont susceptibles

de polluer des eaux de la nappe souterraine. Cela constitue un danger pour la santé de la population qui consomme l'eau de puits et de forages.

Lubumbashi, jadis ville minière, aujourd'hui administrative et commerciale, voit ce dernier secteur se développer très rapidement. C'est ainsi que le secteur de transport prend un essor considérable demandant la consommation du carburant. Par conséquent, les stations-service s'installent presque partout dans la ville de Lubumbashi. Or, l'installation d'une station-service demande l'observance strictes de normes de sécurité. Cependant à Lubumbashi, certaines stations induisent des impacts négatifs au regard de nappes phréatiques sous-jacentes. La station-service GPP et Bon Berger est parmi l'illustration parlant de station-service mal installée. Cette étude a pour objectif d'apporter par l'observation, l'interview l'analysent des éléments concrétisant les effets négatifs induits par ces deux stations sur les nappes phréatiques utilisés par la population environnante.

L'hypothèse centrale de l'étude suppose que les stations-service installées sans respects de normes de sécurités ont un impact négatif sur les nappes phréatiques sous-jacentes. Ces impacts se présentent par les odeurs dans l'eau des nappes, la présence du plomb (élément toxique utilisés dans l'industrie du carburant comme antioxydant) dont la concentration dépasserai les recommandations de normes de l'OMS.

Méthodes et techniques

Zone d'étude

Le Quartier Kalubwe compte Sept cellules. Il est l'un de 15 quartiers de la Commune de Lubumbashi. Il tire son appellation de la rivière Kalubwe qui verse ses eaux dans le Lac Tshombe via la Lubumbashi. Situé dans le secteur Nord-Ouest de la ville de Lubumbashi.

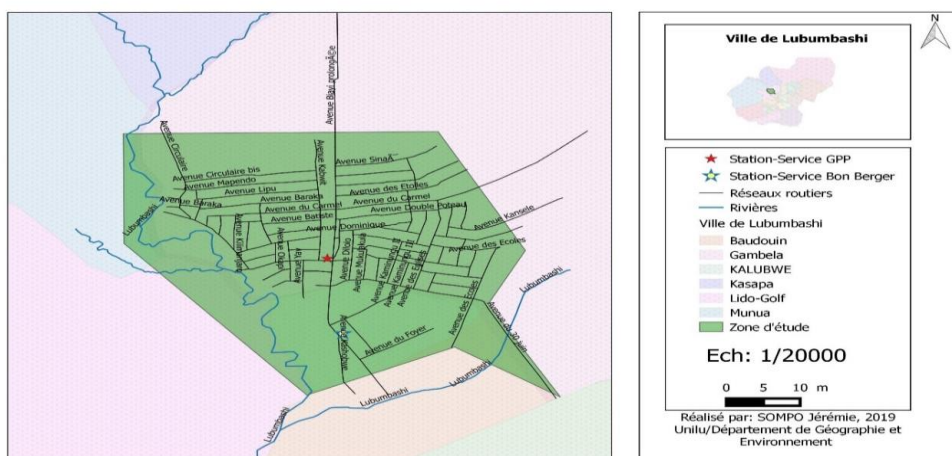


Figure 1. Zone d'étude

Le plus petit Quartier de la Commune de Lubumbashi avec une superficie de plus ou moins 3,50 km² et est borné de la manière suivante : au Nord la rivière Kamissepe; au Sud par l'avenue de la Révolution ; au Sud-Ouest par l'avenue Kamanyola ; à l'Ouest la rivière Kalubwe à l'Est par l'avenue du 30 juin et son prolongement. Les secteurs d'enquête se trouvent dans le périmètre des avenues ; Biayi, de la Libération, Kabwit, et Dilolo pour le premier secteur et dans le périmètre des avenues ; Biayi, du Foyer, Dilolo, Kashobwe, et de Prince pour le second. Sur cette partie se trouve deux stations-service Bon Berger et Groupe petro petroleum (GPP).

La méthode utilisée a fait appel à plusieurs techniques : documentaire ; observation ; enquête et analyses physico-chimiques des eaux. La technique documentaire a consisté en la revue de la littérature sur la thématique en étude. L'observation directe a précédé le travail de repérage des stations-service, des puits et de forages. À l'aide d'un Système de Positionnement Global (GPS), et le logiciel Quantum GIS les cartes ci-après ont été obtenues lequel travail a été couplé des entretiens libres avec les acteurs impliqués dans cette activité. L'enquête par questionnaire aux habitants a permis de recueillir les informations des habitants sur la perception de la qualité de l'eau de leur biotope. L'unité de sondage était la parcelle ; Le questionnaire a visé les chefs de ménages ou son conjoint. En tout, 117 ménages qui s'approvisionnent en eau auprès de l'un ou l'autre forage ou puits se trouvant aux environs de la station-service. La distance par rapport à la source d'approvisionnement a joué.

Pour confronter les avis des habitants ; un prélèvement de 25 échantillons a été effectué dans huit forages dont deux attachés aux deux stations-services et dans dix-sept puits se trouvant aux environs de stations. Le prélèvement était fait à l'aide d'un récipient attaché à une corde et les portions d'eau étaient mises dans des flacons bien nettoyés à l'eau stérilisée. C'est au mois d'avril 2018 que le prélèvement a eu lieu. Les échantillons ont été analysés au laboratoire chimique de la Société Chemaf.

Résultats

Les résultats sont subdivisés en deux : la première partie présente les caractéristiques des ménages qui s'approvisionnent en eau afin d'apprécier les dangers qui les quêtent ; la deuxième partie présente les analyses physico chimiques de puits artisanaux et de forage. Les résultats sont par secteur d'enquête par rapport aux stations-services Bon Berger et GPP. Les données sont récoltées auprès des ménages qui s'approvisionnent en eau à partir de forages et de puits qui sont à proximité de stations-service.

Approvisionnement en eau dans les ménages des environs des Secteurs de Stations-Service

Le tableau n°1 ci-dessous donne les résultats de ménages qui utilisent l'eau de forage se trouvant dans l'enceinte de la station-service Bon Berger comme eau de boisson.

En observant le tableau n°1, il ressort que tous les 53 ménages enquêtés utilisent l'eau de forage de la station-service Bon Berger pour la boisson.

Tableau n°1. Approvisionnement en eau dans les ménages du secteur station Bon Berger

Avenue	Nombre de ménages	Forage				Puits (Kishimpo ou Kishima)			
		Supposé pollué	%	Supposé non pollué	%	Supposé Pollué	%	Supposé non pollué	%
Biayi	16	-	-	11	39,2	5	36	-	-
Dilolo	5	-	-	-	-	-	-	5	45,5
de Prince	14	-	-	8	29,6	-	-	6	54,5
du Foyer	9	-	-	9	33,3	-	-	-	-
Kashobwe	9	-	-	-	-	9	64	-	-
Total	53	-	-	28	100	14	100	11	100
%	100								

De ce tableau, on constate qu'il y a deux catégories de ménages, premièrement, 28 sur 53 soit 52,8% qui utilisent l'eau de forage de la station-service Bon Berger pour les travaux de ménages et pour autres besoins ; deuxièmement ceux qui utilisent l'eau de puits pour les travaux de ménage 25 sur 53 soit 47,16%. D'après leur distribution, Près de 11 ménages soit 39,2% se localisent sur l'avenue Biayi ; 8 ménages soit 29,6% sur l'avenue de Prince ; 9 ménages soit 33,3% sur l'avenue du Foyer qui utilisent l'eau de forage de la station-service Bon Berger. Quant aux caractéristiques de la qualité de l'eau, on distingue les forages supposés pollués et d'autres non.

Concernant les puits deux catégories se dégagent ; les puits supposés pollués et les non pollués. Ils se répartissent de la manière suivante 14 ménages soit 26,4%, sur les avenues Biayi et Kashobwe qui utilisent l'eau de puits supposé pollué par autres substances provenant d'infiltration des eaux de surfaces ; tandis que 11 ménages soit 20,8%, sur les avenues Dilolo et de Prince qui utilisent l'eau des puits supposés non pollués de l'avenue Dilolo et de Prince, on note 5, soit 45,5% sur l'avenue Dilolo ; 6 soit 54,5% sur l'avenue de Prince. Quant aux puits supposés pollués, ils se dégagent que 9 soit 64,0% sont contaminés par des substances se trouvent sur l'avenue Kashobwe et 35,7% sur l'avenue Biayi.

Approvisionnement en eau dans les ménages des environs du secteur de la stations-service Groupe Petro Petroleum (GPP)

De cette enquête, il se dégage que le mode d'approvisionnement des ménages en eau de forage ou de puits, pour la boisson, les travaux ménagers ou autres besoins. Dans ce secteur, 64 ménages ont été répertoriés selon leur mode d'approvisionnement : en eau de boisson de travaux de ménages et autres besoins.

Approvisionnement en pour les travaux de ménages

Le tableau n°2 ci-dessous donne les proportions des ménages qui utilisent l'eau de forages se trouvant hors du secteur de la station-service GPP.

Tableau n°2. Approvisionnement en eau dans les ménages du secteur station GPP

Avenue	Nombre de ménages	Forage				Puits (Kishimpo, Kishima)				Total %
		Supposé pollué	%	Supposé Non pollué	%	Supposé Pollué	%	Supposé Non pollué	%	
Biayi	29	-	-	26	42,6	-	-	3	10,0	45,33
Dilolo	10	-	-	10	16,4	-	-	-	-	15,63
Kabwit	15	-	-	15	24,6	-	-	-	-	23,44
Libération	10	-	-	10	16,4	-	-	-	-	15,63
Total	64	-	-	61	100	-	-	3	10,0	100
%	100	-	-	95,3		-	-	4,7		

Ce tableau indique que 61 ménages sur 64 soit 95,3% utilisent comme eau de boisson celle du forage supposé non pollué qui se trouve hors du secteur station GPP et 3 ménages soit 4,7% utilisent l'eau de puits supposé non pollué. On compte près 26 ménages soit 42,63% sur l'avenue Biayi ; 10 ménages soit 16,4% sur l'avenue Dilolo ; 15 ménages soit 24,6% sur l'avenue Kabwit ; 10 ménages soit 16,4% sur l'avenue de la Libération qui utilisent l'eau de forage se trouvant hors de la station-service GPP et 3 ménages soit 4,7% sur l'avenue Biayi qui consomment l'eau de puits (Kishimpo).

Approvisionnement en eau pour des besoins de ménages

Le tableau n°3 ci-dessous, donne les effectifs des ménages qui utilisent les eaux de forages et

Puits pour des besoin de ménages (lessive, vaisselle, cuisson etc...)

Tableau n° 3. Approvisionnement en eau dans les ménages pour les travaux de ménages du secteur station-service GPP

Avenue	Nombre de ménages	Forage				Puits (Kishimpo, Kishima)			
		Supposé pollué	%	Supposé Non pollué	%	Supposé Pollué	%	Supposé Non pollué	%
Biayi	29	26	49	-	-	-	-	3	100
Dilolo	10	10	18,87	-	-	-	-	-	-
Kabwit	15	7	13,2	-	-	8	100	-	-
Libération	10	10	18,87	-	-	-	-	-	-
Total	64	53	100	-	-	8	100	3	100
Pourcentage	100	82,8		-		12,5		4,7	

Pour ce qui concerne l'eau destinée aux travaux de ménage, 53 ménages sur 64 soit 82,8% utilisent l'eau de forage se trouvant dans l'enceinte de la station-service GPP ; ce forage est supposé pollué par le carburant de manière souterraine par fuite du réservoir et 8 ménages soit

12,5% utilisent l'eau de puits supposée polluée par le carburant provenant de la même station à partir du sous-sol, et 3 ménages soit 4,7% utilisent l'eau de puits non polluée. Ils sont repartis de la manière suivante : Les ménages qui s'approvisionnent en eau à partir de forage de la station GPP : sur l'avenue Biayi 26 ménages soit 49% ; sur l'avenue Dilolo 10 ménages soit 18,9%, sur l'avenue Kabwit 7 ménages soit 13,2% ; sur l'avenue de la Libération 10 ménages soit 18,9% ; Les ménages qui s'approvisionnent en eau à partir de puits artisanaux : Sur l'avenue Biayi ,3 ménages soit 4,7% utilisent l'eau de puits supposé non polluée ; sur l'avenue Kabwit, 8 ménages soit 12,5% utilisent l'eau de puits polluée à partir du sous-sol par le carburant.

Qualité De L'eau De Puits Et De Forages

Les paramètres physico-chimiques et organoleptiques des eaux des puits et de forages ont fait l'objet de notre préoccupation pour cette étude sur la qualité de l'eau dans les deux secteurs d'enquêtes.

Qualité organoleptique des eaux de puits et forages dans les secteurs bon berger et GPP

Dans ces deux secteurs, Bon Berger et Groupe Petro Petroleum (GPP), 25 échantillons prélevés dans 17 puits et 8 forages. La qualité organoleptique de l'eau de puits et forage varie selon le milieu d'étude. Ces aspects ont été analysés, entre autres, la couleur, l'odeur, le goût ou saveur de l'eau. ans ce secteur, Les prélèvements ont été effectués dans 3 puits et 1 de forage. Les résultats sont consignés dans le tableau n°4 ci-dessous.=

Tableau n° 4. Caractéristiques organoleptiques des eaux de puits et de forages dans le secteur de la station-service Bon Berger

Avenue	X	Y	Z	Numéro de L'échantillon	Caractéristiques organoleptiques			Substances polluantes
					Goût	Couleur	Odeur	-
Biayi	27°46'526''	-11°64'079	1233m	PKSB 1	Mauvais goût	Incolore	Mauvaise odeur	Infiltration de particules de surfaces
Biayi	27°46'495''	-11°64'006	1232m	FKSB2	Excellent	Incolore	Inodore	-
de Prince	27°46'485''	-11°64'085	1235m	PKSB3	Bon goût	Incolore	Inodore	-
Kashobwe	27°46'438''	-11°64'071	1226m	PKSB4	Mauvais goût	Jaunâtre	Mauvaise odeur	Eaux des surfaces

L'observation du tableau n°4 ci-haut révèle que les échantillons prélevés dans le secteur Bon Berger, sur l'avenue Biayi 1 puits (PKSB1) a un mauvais goût et une mauvaise odeur mais incolore ; L'eau de forage (FKSB2) de la station-service Bon Berger est incolore, inodore et a un goût excellent. Tandis que sur l'avenue de Prince le puits (PKSB3) est incolore, inodore et à un bon goût le puits (PKSB4) est incolore et inodore et a un bon goût.

Deux puits sur les avenues Biayi et Kashobwe sont supposé pollués par autres substances qui proviendraient des infiltrations des eaux de surface. Seul le forage de la station Bon Berger présente les normes de potabilité de l'OMS et les puits se trouvant sur l'avenue de Prince sont supposés non pollués.

Qualité organoleptique des eaux de puits et forages du secteur GPP

Dans ce secteur, les prélèvements ont été effectués dans 14 puits et 8 forages se trouvant dans le secteur de la station-service GPP dont l'un de forage se situe dans l'enceinte de la station-service.

Tableau n°5. Caractéristiques Organoleptiques des eaux de puits et de forages dans le secteur de la station-service Groupe Petro Petroleum (GPP) et Bon Berger

Avenue	X	Y	Z	Numéros d'échantillons	Qualités organoleptiques			Substances polluantes	Source de pollution
					Gout	Couleur	Odeur		
Biayi	27°46' 436"	-11°62' 986"	1251m	FKSG1	Excellent	Incolore	Inodore	-	-
Biayi	27°46'397"	-11 63 533	1241m	PKSG2	Bon	Incolore	Inodore	-	-
Biayi	27°46 '378"	-11°63' 717"	1233m	PKSG3	Bon	Incolore	Inodore	-	-
Biayi	27°46' 247"	-11 63 342	1244m	PKSG4	Bon	Incolore	Inodore	-	-
Biayi	27°46' 406"	-11 63 540	1241m	PKSG5	Mauvais	Jaune clair	Mauvaise	Autres substances que le carburant	Eaux des surfaces
Biayi	27°46 '416"	-11°63' 322"	1239m	PKSG6	Mauvais	Jaune clair	Très mauvaise	Autres substances autre que le carburant	Eaux des surfaces
Biayi	27°46 '572"	-11°63' 309"	1248m	PKSG7	Bon	Incolore	Inodore	-	-
Biayi	27°46' 399"	-11°63'358"	1243m	FKSG8	Très mauvais	Incolore	Mauvaise	Carburants	Station-service GPP
Dilolo	27°46'529"	-11°63' 263"	1249m	PKSG9	Mauvais	Incolore	Inodore	-	-

Dilolo	27°46'563"	-11°63'357"	1243m	PKSG10	Mauvais	Jaune clair	Très mauvaise	Autres substances que le carburant	Eaux des surfaces
Dilolo	27°46'563"	-11°63'357"	1243m	PKSG11	Mauvais	Jaune clair	Très mauvaise	Autres substances que le carburant	-
Dilolo	27°46'561"	-11°63'885	1243m	PKSG12	Bon	Incolore	Inodore	-	-
Libération	27°46'029"	-11°63'426"	1228m	PKSG13	Bon	Incolore	Inodore	-	-
Libération	27°46'247"	-11°63'342"	1244m	FKSG14	Excellent	Incolore	Inodore	-	-
Libération	27°46'391"	-11°63'169"	1249m	FKSG15	Excellent	Incolore	Inodore	-	-
Libération	27°46'336"	-11°63'331"	1241m	FKSG16	Excellent	Incolore	Inodore	-	-
Kabwit	27°46'356"	-11°63'316"	1245m	PKSG17	Très Mauvais	Incolore	Mauvaise	Carburants	Station-service GPP
Kabwit	27°46'084"	-11°63'372"	1235m	PKSG18	Bon	Incolore	Inodore	-	-
Kabwit	27°46'397"	-11°63'185"	1246m	FKSG19	Excellent	Incolore	Inodore	-	-
Kabwit	27°46'413"	-11°63'407"	1242m	PKSG20	Mauvais	Incolore	Inodore	-	-
Kabwit	27°46'259"	-11°63'404"	1240m	FKSG21	Excellent	Incolore	Inodore	-	-

En observant le tableau n°5, on constate que 7 puits sur 14, soit 50% ont des eaux d'un bon goût, inodores et incolores ; 4 puits sur 14, soit 28,57% ont des eaux de mauvais goût, une mauvaise odeur et ont une couleur jaune clair. Seul le puits PKSG17 a une eau qui dégage l'odeur du carburant (essence) ; cette contamination proviendrait de la station-service GPP.

Pour ce qui concerne les forages dans ce secteur, on constate que 6 forages sur 7 soit 85,7% ont un goût excellent, leurs eaux sont inodores et incolores. Seul le forage (FKSG8) qui se trouve dans l'enceinte de la station-service GPP a une eau incolore, mais de très mauvais goût et dégageant une odeur du carburant.

Cette zone est constituée de deux sources d'approvisionnement en eaux, (puits de forage et traditionnels). Ce site est divisé en deux ; dont la première se trouve le long des avenues Biayi, de la Libération La partie centrale au niveau de la station-service où est implanté un forage est considérée comme la source de pollution qui se dirige vers le Nord-Ouest et la seconde à l'Est de l'avenue Biayi dont la majorité des puits est supposée non polluée.

Analyse des paramètres Physico-Chimiques

Les paramètres physiques tels que le PH, la Conductivité, la teneur en sel dissout des eaux de puits et forages selon qu'ils sont conformes ou non à la norme OMS. Conformité et non-conformité à la norme de L'OMS des eaux de puits et de forages dans les secteurs Bon Berger et GPP

Dans le secteur Bon Berger

Dans ce secteur, les prélèvements ont été effectués dans 3 puits et 1 forage de la Station Bon Berger

Tableau n° 6. Variation de paramètres physiques en fonction des sources

N°des échantillons	Normes OMS			Conforme à la norme OMS	Non conforme à la norme OMS
	Ph	Conductivité électrique (C.E)	Taux de solides dissous (TDS)		
	6,5-8,5	< 250µs /cm	<1000mg/l		
PKSB1	6,05	89	58	-	PKSB1
PKSB2	6,12	85,9	55	-	PKSB2
PKSB3	6,75	80,5	53,3	PKSB3	-
FKSB1	6,95	100	102	FKSB1	-

En observant le tableau n°6, on constate que sur trois puits, deux puits sont non conformes à la norme par rapport au pH et un puits est conforme. Quant à l'eau de l'unique forage les valeurs du PH, de la conductivité et de TDS sont conformes à la norme.

Dans le secteur GPP

Dans ce secteur, les prélèvements ont été en fonction de la conformité et de la non-conformité par rapport au norme OMS, dans 14 puits (Kishimpo) et 7 forages. Le tableau n°7 contient 7 puits et 6 forages dont les paramètres physiques tels que le PH, la conductivité électrique (C.E) et les totaux de solides dissout (TDS).

Tableau n°7. Variation de paramètres physiques en fonction des sources (d'eaux cas des puits et forages conformes à la norme OMS)

Numéros de puits et forages	Normes OMS (2004)		
	Ph	Conductivité électrique (C.E)	Taux du solide dissout (TDS)
	6,5-8,5	<250µs/cm	<1000mg/l
Puits n°1	6,94	65,2	40,4
Puits n°2	6,5	113,8	73,9
Puits n°3	6,5	161,4	106,5
Puits n°4	6,89	186,4	122,8
Puits n°5	6,98	46,9	29,2
Puits n°6	6,6	189,2	121,7
Puits n°7	7,02	246	165
Forage n°8	6,95	157,1	36,3
Forage n°9	7,1	164,4	119,8
Forage n°10	7,13	309	189,3
Forage n°11	7,3	313	199,8
Forage n°12	6,98	157,1	36,3
Forage n°13	6,65	160,5	116,4
Puits n°14	6,28	53,9	24,8
Puits n°15	6,03	65,8	48,2
Puits n°16	6,33	69,9	49,9
Puits n°17	5,45	57,7	36,4

Puits n°18	6,22	161	94
Puits n°19	5,85	48	28
Puits n°20	6,36	65,4	40,8
Forage n°21	5,45	158,3	104,7

Les valeurs de la C.E sont normales pour les puits numéros 2, 3, 4, 6 et 7 et les forages numéros 11,12 ; tandis que les puits numéros 1 et 5 sont inférieurs à l'exception de puits n°7. Alors que les forages n°9 et n°10 ont de valeurs supérieures cela signifie que ces eaux sont minéralisées. Toutes les valeurs de TDS pour les puits et forages sont inférieures à la norme.

Quant à l'acidité le tableau 7 ci-haut, indique également que les 5 puits dont, les numéros 14, 15, 16,17, et 18 sont faiblement acides tandis que 2 puits numéros 12, 14 et le forage numéro 6 sont très acide. Le puits n°12 et le forage n° 21 sont deux sources d'eaux qui ont été contaminées par le carburant provenant de la station-service GPP ; cette pollution due à la fuite dans le réservoir de carburant se propage dans le sous-sol et contamine les nappes voisines. C'est pourquoi ces sources d'eau ne répondent pas à la norme de potabilité.

De l'analyse de la de la conductivité, il se dégage qu'elle est faible, à l'exception du puits n°16 et du forage n°21. Toutes les valeurs de TDS pour les puits et le forage sont inférieurs à la norme. En effet, pour ce qui concerne les pH des eaux des puits et forage pour les puits n° 19 et 20 du secteur station GPP, leurs PH varient entre 6,5 à 7.les pH montrent une variabilité spatiale par rapport à la norme OMS. (Maoudombaye, T. Et Al, 2015). La nature de terrain traversé par les eaux est la cause naturelle de variations importantes du pH. Les valeurs moyennes du pH au niveau de la zone d'étude se situent dans la norme de potabilités de l'eau souterraine. Certaines valeurs des eaux correspondent au pH des eaux naturelles (6,5 - 8,5) et semble être provenir des aquifères carbonatés ou argileux dont leur pH varie entre $6,85 < \text{pH} < 7,35$. (Nordine et Al ,2015).

P P G r u e t c e S	N° d'échan tillon	Concentration des éléments en ppm											
		Cu	Fe	Mn	Ca	Mg	Zn	Na	Al	Ni	Pb	Cd	Cr
	PKSG 1	0,0 07	0,065	<0,003	0361	>25,28	0,052	6,218	<0,031	0,006	0,143	<0,002	<0,003
	PKSG 2	<0,0 02	0,069	<0,002	0,026	0,431	>17,09	<0,001	5,2	<0,007	0,253	<0,001	<0,003
	PKSG 3	0,0 14	<0,001	0,358	3,258	0,182	<0,004	1,697	0,311	<0,007	0,253	<0,001	<0,002
	PKSG 4	0,0 41	<0,002	0,831	16,378	1,136	0,031	4,597	<0,032	0,057	0,143	<0,002	<0,001
	PKSG 5	0,0 82	<0,004	0,639	17,32	6,807	0,261	6,397	<0,026	<0,008	0,163	<0,011	<0,003
	PKSG 6	0,0 66	<0,002	0,149	1,41	0,321	<0,001	1,008	<0,022	<0,004	0,239	<0,001	<0,002
	PKSG 7	0,0 65	<0,002	0,81	1,56	1,175	<0,001	3,502	<0,022	<0,007	0,214	<0,001	<0,002
	PKSG 8	0,0 69	<0,002	0,241	1,047	0,504	<0,001	4,088	<0,022	<0,007	0,183	<0,001	<0,002
	PKSG 9	0,0 95	<0,002	1,738	2,484	4,565	0,058	10,791	0,731	0,071	0,234	<0,001	<0,002

PKSK 10	0,0 72	<0,002	0,349	0,322	0,74	<0,001	2,534	<0,022	0,011	0,185	<0,001	<0,002
PKSG 11	0,0 67	<0,002	0,291	0,26	0,141	<0,001	1,361	0,135	<0,007	0,165	<0,001	<0,002
PKSG 12	0,0 64	0,037	0,2	0,395	0,278	<0,001	0,622	0,291	<0,007	0,201	<0,001	<0,001
PKSG 13	0,0 97	<0,005	0,311	1,068	0,624	<0,002	4,325	<0,032	<0,005	0,164	<0,002	<0,004
PKSG1 4(pollu é)	0,0 67	<0,002	1,089	17,318	9,16	<0,001	5,497	<0,022	0,01	0,348	<0,001	<0,002
FKSG 15	0,0 49	<0,009	0,461	0,395	0,651	<0,001	2,647	0,055	<0,022	0,145	<0,007	<0,006
FKSG 16	0,0 71	<0,002	0,7	4,727	1,012	0,064	5,775	<0,022	0,008	0,135	<0,001	<0,002
FKSG 17	0,0 07	<0,002	0,377	1,273	0,576	<0,003	3,975	<0,021	<0,009	0,154	<0,001	<0,003
FKSG 18	0,0 69	<0,002	0,078	1,888	2,504	0,003	2,74	<0,022	<0,007	0,122	<0,001	<0,002
FKSG 19	0,0 84	<0,004	0,317	0,314	0,164	<0,003	1,417	0,165	<0,009	0,187	<0,002	<0,005

FKSG 20	0,0 65	<0,002	0,177	1,133	0,176	<0,001	3,515	<0,022	<0,007	0,128	<0,001	<0,002
FKSG2 1(pollu é)	0,0 99	<0,005	1,347	2,978	4,864	0,008	4,249	0,834	0,083	1,584	<0,006	<0,008
Norm es OMS(2004)	2 /	0,3 /	0,4 /	70 à 200 /	50 /	3 /	200 /	0,2 /	0,07 /	0,01 /	0,003 /	0,05 /

Tableau n° 8. Concentration en métaux dans les puits et forages du secteur station Bon Berger

































































































		Concentration des éléments en ppm											
Secteur Bon Berger	N° échantillon	Cu	Fe	Mn	Ca	Mg	Zn	Na	Al	Ni	Pb	Cd	Cr
	PKSB1	0,065	<0,004	0,347	1,679	3,09	<0,011	3,019	<0,019	<0,009	0,134	<0,003	<0,003
	PKSB2	0,066	<0,005	0,321	3,74	2,95	<0,012	2,657	<0,021	<0,003	0,114	<0,001	<0,002
	PKSB3	0,062	<0,004	0,348	1,697	1,679	<0,022	1,785	<0,017	<0,009	0,156	<0,004	<0,001
	FKSB	0,071	<0,002	0,420	22,46	7,61	0,299	7,534	<0,022	<0,007	0,158	<0,001	<0,002
	Normes OMS(200)	2    2   /  	0,3    2   /   2 	0,4    2   /   2 	70 à 200    2    /   2 	50    2   /   2 	0,3    2   /   2 	200    2   /   2 	0,2    2   /   2 	0,07    2   /   2 	0,01    2   /   2 	0,003    2   /   2 	0,005    2   /   2 

Tableau n°9. Concentration des métaux dans les puits et forages du secteur de la station GPP

Les analyses de la concentration en métaux lourds du tableau 8 indiquent que tous les puits et les forages ont de teneurs anormales et inférieures en Cu, Fe, Ca, Mg, Zn, Na, Al, Ni, Cd et en Cr. (Eau pauvre en cations). La teneur en Mn est normale dans l'unique forage. Par contre, tous les puits ont de teneurs faiblement inférieures à la norme. La teneur en Pb est supérieure à la norme dans tous les puits et forage. En observant le tableau n°9 ci-haut on constate que les teneurs en Cu, Fe, Cd et en Cr sont inférieures à la norme dans tous les puits et forages. La teneur en Mn l'est aussi à l'exception des puits PKSG3, PKSG4, PKSG5, PKSG7, PKSG9, PKSG10 et PKSG14 soit 33,3%. Pour ce qui concerne les teneurs en Ca, Mg et en Na, tous les puits et forages ont des teneurs inférieures à la norme. En ce qui concerne la teneur en Zn, Seul le puits PKSG2 soit 4,7% à une teneur de 17,09 mg/l largement supérieur à la norme. S'agissant des teneurs en Al, seuls les puits PKSG2, PKSG3, PKSG9, PKSG12, soit 19% et le forage FKSG21 soit 4,7% ont des teneurs supérieures à 0,2 mg/l de l'Al à la norme. Quant aux teneurs en Ni, seuls le puits PKSG9 soit 4,7% et le forage FKSG21 soit 4,7% ont des teneurs supérieures à 0,07mg/l. Tous les puits et forages ont de teneurs inférieures en Cd, et en Cr. Les analyses des échantillons d'eau des puits et forages montrent des teneurs en Pb supérieures à 0,01mg/l dans tous les puits et forages du secteur de la station GPP.

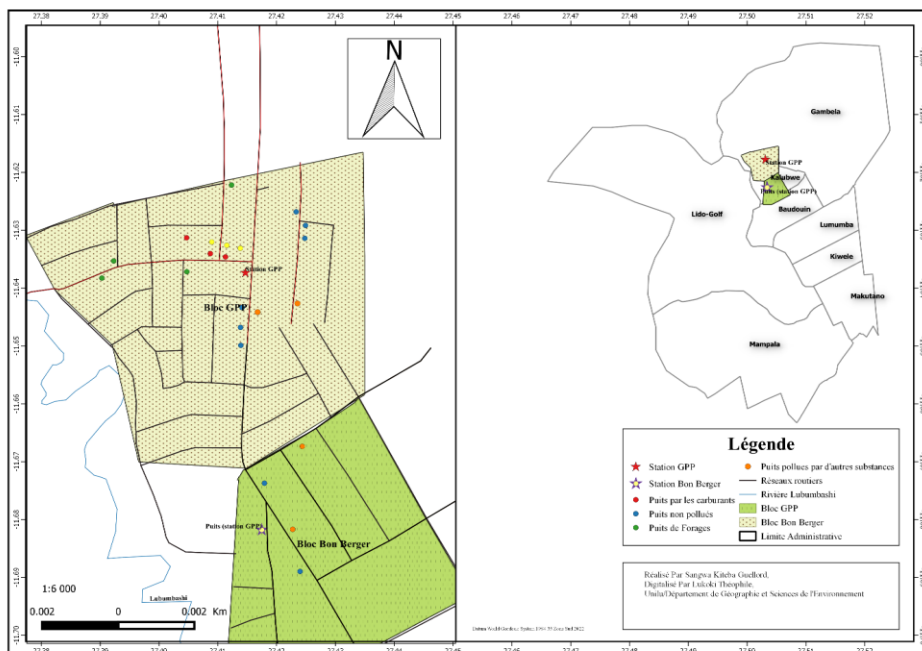


Figure 6. Carte de la répartition spatiale des sources d'eau dans les secteurs Bon Berger et GPP

Premièrement au niveau du secteur qui couvre le plus grand nombre des puits traditionnels et de forages, on remarque une concentration des puits ; car, il y a manque des installations de la regideso ; beaucoup des ménages s'approvisionnent en eau des forages des environs des avenues de la Libération, Biayi et Kabwit. C'est dans ce secteur où il y a un forage dans l'enceinte de la station-service GPP pollué par le carburant de manière souterraine et se propage dans les nappes voisines sur l'avenue Kabwit,

Deuxièmement, dans la partie Sud-Est, on observe moins des puits par rapport au secteur GPP. Ces derniers concernent les puits des avenues Biayi, Kashobwe et de Prince. On constate au niveau de la station Bon Berger qu'aucune pollution n'a été constatée à l'exception des eaux de puits contaminés par d'autres substances provenant de la surface. Dans ce secteur, il n'y a pas beaucoup de puits, car il y a certaines parcelles qui utilisent l'eau de robinet. (Kanonga, M.2018).

Risque Sanitaire De Métaux Lourds

Les métaux lourds se stockent principalement dans les reins et le cerveau, chez l'homme. Ils peuvent affecter le système nerveux. Une exposition à des fortes doses est donc impliquée dans des nombreuses pathologies sévères, comme la sclérose en plaques. Les maladies de neurones génératives (maladie d'Alzheimer et de parkinson), le cancer de poumon ; ils peuvent même jouer un rôle dans le déclenchement de troubles psychologiques et neurologiques comme l'autisme, la maladie de saturnisme.

Comme dans les échantillons prélevés, la présence de Plomb est très répandue dans tous les puits artisanaux et les puits de forages dans ces secteurs d'étude et dépasse la norme OMS. Le plomb est un élément métallique très dangereux. A forte dose, il est à la base de la maladie de saturnisme. [http // www.invs.fr/surveillance/saturnisme/fiche-do-saturnisme](http://www.invs.fr/surveillance/saturnisme/fiche-do-saturnisme).

Conclusion

Cette étude porte sur la qualité physico-chimique et organoleptique des eaux de puits artisanaux et de forages aux environs des stations-services. Elle a également évoqué les risques des stations-services dans le milieu urbain, notamment les pollutions des nappes souterraines qui sont souvent en contact direct avec les réservoirs de carburant enfoui dans le sous-sol.

Les habitants du quartier Kalubwe sont exposés à d'énormes difficultés pour obtenir une eau de bonne qualité et sont obligés de s'approvisionner dans n'importe quelle source d'eau pourvu qu'ils étanchent leur soif et accomplissent leurs besoins.

Près de 117 ménages ont été touchés par l'enquête ; 53 ménages dans le secteur Bon Berger et 64 ménages dans le secteur GPP. Les enquêtes ont été effectuées dans les deux secteurs où sont situées deux stations-services au

sein desquelles sont implantés les forages. Cette enquête vise les ménages des environs de deux stations-service.

Environ 25 échantillons ont été prélevés dans les deux secteurs Bon Berger et GPP. Il en est ressorti que, sur base des paramètres analysés, 64% des puits et de forages ont des eaux qui répondent à la norme OMS alors que 36 % ont des eaux de qualité mauvaise ou très mauvaise.

Tous les puits et forages dans ces secteurs ont des valeurs inférieures en métaux lourds pour la majorité, mais ont tous un excès en Plomb dépassant la norme OMS (0,01m/l), élément chimique utilisé dans les industries et le carburant comme antidétonant ; il est très dangereux pour la santé.

A cause de l'ignorance et de la négligence de l'Etat et du service chargé de l'environnement qui autorise les constructions, sans faire des enquêtes lors de l'emplacement de la maintenance et le bon état de réservoirs de carburant, on n'en arrive à des situations qui mettent en danger la santé des populations.

L'Etat devrait déléguer le service de l'environnement pour vérifier l'état des stations-service et leurs réservoirs enfouis au sol. Il devrait réglementer l'ouverture des stations-service, interdire l'implantation de puits de forages au sein de station-service.

Pour être plus efficaces, les opérations de dépollution doivent être conduites, certes rapidement, mais aussi avec rigueur et méthode ; elles nécessitent en effet :

- D'abord l'identification et la localisation précise de la fuite,
- Ensuite la reconnaissance détaillée de la zone polluée,
- La mise en place des dispositifs de récupération (puits de pompe simple),
- Le contrôle analytique pendant plusieurs années des teneurs résiduelles en hydrocarbure dans l'eau.

References:

1. Asumani, S. (2011). *Qualité de l'environnement et santé de la population dans un milieu urbain d'Afrique tropicale : le cas de la ville de Lubumbashi*. Thèse de doctorat en géographie, Unilu, Lubumbashi, inédit.
2. Blaesus, J. (1992). Station hors service, *dernières nouvelles d'Alsace*, 6 décembre, p. 4
3. Hiegel, C. (1995). *Au risque de la ville ... les stations-services à Strasbourg. Un risque technologique mineur*. Mémoire DEA, en géographie, UFR, Strasbourg,
4. Kanonga, M. (2018). Rapport de bureau du quartier Kalubwe, Document, inédit

5. Maoudombaye, T., Ndoutamia, G., Seid, A., Et Ngakoua, B (2015). Etude comparative de la qualité physico-chimique des eaux de puits, de forages, et de rivières consommées dans le bassin pétrolier de Doba au Tchad, universités de Doba et de N’Gaoundéré. *Larhys journal ISSN*, Vol 3 n°24, décembre 2015, pp 193-208.
6. Mujinga, K. (1997). *Répartition spatiale des stations-services dans l’espace urbain : cas de la ville de Lubumbashi*. Mémoire de fin d’études en géographie, Université de Lubumbashi, Lubumbashi, inédit.
7. Nordine, N., Khattach, D., Et Mohamed, O. (2015). Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux souterraines des nappes du jurassique du haut bassin de Ziz (Haut Atlas central Maroc). *Laboratoire des géosciences appliquée et Coste*. Vol 6 (4) p 1068-1081.
8. O.M.S (2004). Liens entre l’eau, l’assainissement, l’hygiène et la sante, Ed. Incorporation. Vol1. Genève.
9. Piedrafita, C., Maria, V., (2007). *Pollution ponctuelle des sols : les cas des stations-services dans la région de Bruxelles*. Mémoire de fin d’étude en gestion de l’environnement. Université libre de Bruxelles, Bruxelles, Inédit.
10. Rapport Administratif (2018). Mairie de la ville de Lubumbashi.
11. Rodolphe, C., Dirk, L., et Gert, M., (2004). Assainissement des sols des stations-services en Belgique, *Bofas ASBL*, 10 Décembre Bruxelles.
12. Sacknann, L., et Zilliox, L. (1963). Pollution et protection des nappes d’eau souterraines. *Techniques et sciences municipales*. Vol, 6, p223-235.
13. Sangwa, K., Musisilwa L., Senga, I., Asumani, S., (2021). Impact de la Distribution spatiale des stations-service dans l’écosystème urbain de Lubumbashi en République démocratique du Congo. *European scientific journal*, ESJ February 2021 edition, Vol 17, n°7, pp 211-226.
14. [http // /www.invs.fr / surveillance / saturnisme / fiche-do-saturnisme.pdf](http://www.invs.fr/surveillance/saturnisme/fiche-do-saturnisme.pdf)
15. [http/ /www.Carburant 4.jpg](http://www.Carburant4.jpg)