

Déterminants de la morbidité et de la mortalité dues au choléra à Lubumbashi, République Démocratique du Congo : étude cas-témoins non appariée

Antoine Okitandjate Dimandja (MD, MPH, PhD Candidate)

Ecole de Santé Publique, Université de Lubumbashi,
Ministère de la Santé, Kinshasa, République Démocratique du Congo

Léon Okenge (MD, MPH, PhD)

Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kinshasa,
Université de Mbuji-Mayi, République Démocratique du Congo

Octavie Lunguya (MD, PhD)

Faculté de Médecine, Université de Kinshasa, Institut National de Recherche Biomédicale,
Ministère de la Santé, République Démocratique du Congo

Albert Mwembo (MD, Msc, GObst, MPH, PhD)

Faculté de médecine, Ecole de Santé Publique, Université de Lubumbashi,
Centre de Connaissances en Santé en République Démocratique du Congo, Lubumbashi

Aaron Aruna (MD, Msc)

Luingi Minikulu (MD, MPH)

Direction de Surveillance épidémiologique,
Ministère de la Santé, Kinshasa, République Démocratique du Congo

Jacques-Franck Bitilasi (MD, Msc)

Division Provinciale de la Santé du Haut-Katanga, Ministère de la Santé, Lubumbashi,
République Démocratique du Congo

Gisèle Mbuyi (MD, Msc)

Division des pandémies et épidémies, Direction de Surveillance épidémiologique,
Ministère de la Santé, Kinshasa, République Démocratique du Congo

Fiston Mbutiwi (MD, MPH, PhD)

Faculté de médecine, Université de Kikwit, République Démocratique du Congo

Felix Mulangu (EP, MPH)

Division des pandémies et épidémies, Direction de Surveillance épidémiologique,
Ministère de la Santé, Kinshasa, République Démocratique du Congo

Faustin Chenge (MD, GObst, MPH, PhD)

Ecole de Santé Publique, Faculté de Médecine, Université de Lubumbashi,
Centre de Connaissances en Santé en République Démocratique du Congo

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n21p65](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n21p65)

Submitted: 02 March 2022
Accepted: 10 June 2022
Published: 30 June 2022

Copyright 2022 Author(s)
Under Creative Commons BY-NC-ND
4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Okitandjate A.D., Okenge L., Lunguya O., Mwembo A., Aruna A., Minikulu L., Bitilasi J-F., Mbuyi G., Mbutiwi F., Mulangu F. & Chenge F. (2022). *Déterminants de la morbidité et de*

la mortalité due au choléra à Lubumbashi, République démocratique du Congo : étude cas-témoins non appariée. European Scientific Journal, ESJ, 18 (21), 65.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n21p65>

Résumé

Le choléra est endémo-épidémique dans la ville de Lubumbashi, en République Démocratique du Congo. En raison de son importance en termes de morbidité et de mortalité, le choléra constitue un véritable problème de santé publique. L'objectif de notre étude était de décrire le profil clinique, épidémiologique, biologique et thérapeutique des patients cholériques et d'identifier les déterminants de la morbidité et de la mortalité due au choléra dans la ville de Lubumbashi. Il a été retenu 386 cas et 386 témoins dans les unités de traitement et les centres de santé de janvier 2017 à décembre 2020. Les cas positifs répondaient à la définition du ministère de la santé : " toute personne, âgée de 2 ans et plus pendant l'épidémie, présentant au moins trois selles liquides par jour, avec ou sans vomissements ; ou tout décès par diarrhée aiguë ". Nous avons utilisé une enquête structurée. L'Odds Ratio quantifie la force de l'association. Régression logistique avec STATA 12 pour les analyses statistiques. En plus, QGIS 3.12 et Excel 2017, étaient utilisés pour générer les Figures et les Tableaux des résultats. Le seuil de signification statistique a été fixé à 5% et IC95% était utilisé. 5 112 cas et 146 décès, soit un taux de létalité de 2,9%. Par rapport aux témoins, déterminants significativement associés ($P < 0,05$) au choléra : sexe masculin (OR = 1,41 [1,04-1,89]), niveau d'éducation inférieur ou égal à 6 ans de scolarité (OR= 1,64 [1.05-2.54]), contact connu avec un cas de choléra, OR=5.9 [2.60-13.67], utilisation de récipients non-latrines (OR=2.1 [1.5-3.0]), méconnaissance des moments critiques de lavage des mains (OR=1.46 [1.08-1.98]). Pour les décès, les déterminants étaient statistiquement associés ($P < 0,05$) : Déshydratation sévère (OR = 2,67 [1,45-4,34]), délai de plus de 24 heures entre l'apparition des signes et le traitement (OR=2,23 [1,22-4,05]) et niveau d'éducation plus de 6 ans de scolarité (OR= 0,39 [0,21-0,71]). L'identification des déterminants du choléra et des décès dans la ville de Lubumbashi est une étape importante pour revoir les politiques, les plans opérationnels et développer des stratégies efficaces, appropriées et optimales pour le contrôle du choléra.

Mots-clés: Déterminants, morbidité, mortalité, choléra, Lubumbashi

Determinants of Cholera Morbidity and Mortality in Lubumbashi, Democratic Republic of Congo: Unpaired Case-Control Study

Antoine Okitandjate Dimandja (MD, MPH, PhD Candidate)

Ecole de Santé Publique, Université de Lubumbashi,
Ministère de la Santé, Kinshasa, République Démocratique du Congo

Léon Okenge (MD, MPH, PhD)

Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kinshasa,
Université de Mbuji-Mayi, République Démocratique du Congo

Octavie Lunguya (MD, PhD)

Faculté de Médecine, Université de Kinshasa, Institut National de Recherche Biomédicale,
Ministère de la Santé, République Démocratique du Congo

Albert Mwembo (MD, Msc, GObst, MPH, PhD)

Faculté de médecine, Ecole de Santé Publique, Université de Lubumbashi,
Centre de Connaissances en Santé en République Démocratique du Congo, Lubumbashi

Aaron Aruna (MD, Msc)

Luingi Minikulu (MD, MPH)

Direction de Surveillance épidémiologique,
Ministère de la Santé, Kinshasa, République Démocratique du Congo

Jacques-Franck Bitilasi (MD, Msc)

Division Provinciale de la Santé du Haut-Katanga, Ministère de la Santé, Lubumbashi,
République Démocratique du Congo

Gisèle Mbuyi (MD, Msc)

Division des pandémies et épidémies, Direction de Surveillance épidémiologique,
Ministère de la Santé, Kinshasa, République Démocratique du Congo

Fiston Mbutiwi (MD, MPH, PhD)

Faculté de médecine, Université de Kikwit, République Démocratique du Congo

Felix Mulangu (EP, MPH)

Division des pandémies et épidémies, Direction de Surveillance épidémiologique,
Ministère de la Santé, Kinshasa, République Démocratique du Congo

Faustin Chenge (MD, GObst, MPH, PhD)

Ecole de Santé Publique, Faculté de Médecine, Université de Lubumbashi,
Centre de Connaissances en Santé en République Démocratique du Congo

Abstract

Cholera is endemo-epidemic in the city of Lubumbashi, Democratic Republic of Congo. Due to its importance in terms of morbidity and mortality, cholera is a real public health problem. This paper focuses on describing the clinical, epidemiological, biological, and therapeutic profile of cholera patients and identifying the determinants of cholera morbidity and mortality in the city of Lubumbashi. 386 cases and 386 controls were retained in the treatment units and health centers from January 2017 to December 2020. Positive cases met the Ministry of Health criteria: "any person, 2 years of age

and older during the epidemic, presenting at least three loose stools per day, with or without vomiting; or any death from acute diarrhoea". A structured survey was used. The Odds Ratio quantifies the strength of association. Logistic regression with STATA 12 was used for the statistical analysis. Moreover, QGIS 3.12 and Excel 2017 were used to generate figures and tables of the results of the study. The threshold of statistical significance was set at 5% and 95% CI was used. There were 5,112 cases and 146 deaths, a case fatality rate of 2.9%. Compared to controls, determinants were significantly associated ($P < 0.05$) with cholera: male sex (OR = 1.41 [1.04-1.89]), education level less than or equal to 6 years of schooling (OR = 1.64 [1.05-2.54]), known contact with a cholera case (OR = 5.9 [2.60-13.67]), use of non-latrine containers (OR = 2.1 [1.5-3.0]), and lack of awareness of critical hand washing times (OR = 1.46 [1.08-1.98]). For death, the determinants are statistically associated ($P < 0.05$) with cholera: Severe dehydration (OR = 2.67 [1.45-4.34]), delay of more than 24 hours between onset of signs and treatment (OR = 2.23 [1.22-4.05]), and level of education more 6 years of schooling (OR = 0.39 [0.21-0.71]). Determining the determinants of cholera and death in the city of Lubumbashi is an important step towards revisiting policies, operational plans, and in developing effective, appropriate, and optimal strategies for cholera control.

Keywords: Determinants, morbidity, mortality, cholera, Lubumbashi

Introduction

Le choléra est une infection diarrhéique aiguë causée par l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés par la bactérie *Vibrio cholerae* (World Health Organization, 2022).

A l'échelle mondiale, le choléra reste un problème de santé publique et un indicateur de l'absence d'équité et d'un développement social. Selon les études, on estime qu'il y a globalement chaque année 1,3 à 4 millions de cas et 21 000 à 143 000 décès dus au choléra dans le monde (Ali *et al.*, 2015) et l'Organisation mondiale de la Santé (OMS, 2015). En 2000, 56 pays ont rapporté environ 137 071 cas de choléra à l'OMS, avec près de 87 % des cas provenant du continent africain (OMS, 2001 ; Senoumantin *et al.*, 2017).

En 2011, 58 pays avaient rapporté 589 854 cas de choléra avec 7816 décès soit une létalité de 1,33% (Dunoyer, 2013) ; en 2013, 47 pays ont déclaré un total de 129 064 cas, dont 2102 décès (OMS, 2015). Cependant, en 2014 on estimait son bilan réel entre 3 et 5 millions de cas avec 100 000 à 120 000 décès par an (OMS, 2014 ; Paraïso *et al.*, 2015 ; Ndié *et al.*, 2016). L'OMS rapporte que le nombre des cas de choléra notifiés a presque doublé entre 2018 (499 447) et 2019 (923 037) dans 31 pays, suggérant un renforcement des actions prioritaires dans la lutte contre cette maladie (OMS, 2021). Ces chiffres en

forte augmentation de l'incidence et la létalité du choléra au cours du temps devient alarmants. Pourtant, la qualité de la riposte conditionne l'évolution d'une épidémie et sa létalité (Makoutodé *et al.*, 2010).

Depuis 1961, le *V. cholerae* sérotype O1, biotype El Tor, s'est répandu sur toute la planète Terre, qui subit à ces jours la septième pandémie de choléra selon les sites <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/cholera> et <http://www.pasteur.fr>, ainsi que (Bompangue *et al.*, 2008). Initialement partie de l'Asie (1962) par l'Indonésie, puis le Moyen-Orient et a envahi la partie de l'Europe centrale (1965), et s'est ensuite étendue en 1970 au continent Africain, et en 1991 en Amérique Latine. Un lourd fardeau est payé par l'Afrique Sub-Saharienne de 2010 à 2016 (Ibrahim *et al.*, 2016). Il existe un fort décalage entre le nombre de cas signalés et les estimations établies, en raison des limitations des systèmes de surveillance et par peur des répercussions négatives que cela aurait sur le tourisme et le commerce (OMS, 2021). L'OMS estime en effet que les cas officiellement rapportés représentent seulement 5 à 10% des cas mondiaux actuels confirme le site <https://www.solidarites.org/fr/aider-plus-loin-temoigner/combattre-les-maladies-hydriques/cholera>.

En 1974, la République Démocratique du Congo (RDC) a enregistré ses premiers cas de choléra en provenance de la Tanzanie, et dès lors la situation reste très préoccupante. A elle seule, de 2013 à 2017, le pays a rapporté environ 151 010 cas de choléra et 3 034 décès (38% du total de cas et décès notifiés par tout le Continent africain), soit un taux de létalité de 1,97% confirme son plan multisectoriel pour l'élimination du choléra recadré, 2018-2022.

La RDC a rapporté en 2017 plus de 54 588 cas et 1 145 décès dus à une épidémie de choléra à l'échelle du pays, touchant 24 des 26 provinces, soit le double de la moyenne annuelle des cas (20 000 cas) de ces cinq dernières années et 230 Zones de Santé (ZS) sur les 516 ont été touchées selon le plan multisectoriel pour l'élimination du choléra recadré de la RDC. Par ailleurs, en 2020, 19,755 cas et 323 décès, soit un taux de létalité de 1,6% étaient notifiés, plaçant ainsi la RDC comme le plus important foyer de choléra du bassin du fleuve Congo, précise le site <http://www.pasteur.fr> et le plan multisectoriel d'élimination de choléra recadré, 2018-2022.

En revanche, la ville de Lubumbashi est parmi des foyers actifs de choléra dans la région des grands Lacs Africains, à l'instar du Nord-Kivu (Bompangue *et al.*, 2008) et mérite une attention particulière, car la moyenne de taux d'attaque et de mortalité de 2017 à 2020 sont respectivement de 16.5/10.000 habitants et 4.7/100.000 habitants ; alors que le taux de létalité globale avoisinait 3%. Aussi, dans cette ville, la prise en charge des patients et l'approvisionnement en intrants de lutte contre le choléra sont-ils tributaires de l'appui des partenaires techniques et financiers (PTFs). Cependant,

l'absence d'évidences plausibles et d'études d'envergure sur les profils des patients et les déterminants de choléra à Lubumbashi compromet la mise en œuvre des stratégies idoines de contrôle cette maladie affirment certains sites humanitaires du domaine de choléra dans le monde, <http://www.humanitarian.info> et <http://www.Solidarités.org>.

L'objectif de notre étude était de décrire le profil clinique, épidémiologique, biologique et thérapeutique des patients cholériques et d'identifier les déterminants de la morbidité et la mortalité due au choléra dans la ville de Lubumbashi.

Patients et méthodes

Lieu et sites de l'étude

Cette recherche s'est réalisée dans la ville de Lubumbashi, au Sud-est de la RDC. Avec un taux d'accroissement de près de 3%, sa population a été estimée en 2019 à 3 093 927 habitants et s'étend sur une superficie 747Km², soit une densité de 4.141,8 Hab. /km, ² selon la Division Provinciale de la Santé (DPS) du Haut-Katanga.

La ville est située à 1 230 m d'altitude, Yav Zeng (2008). Elle est constituée d'un plateau légèrement vallonné avec les coordonnées géographiques : Longitude : 27°15' – 27°40' Est. Latitude : 11°26'-11°55' Sud, selon la cellule d'analyse des indicateurs de développement des villes (<https://www.caid.cd/index.php/donnees-par-villes/Lubumbashi/?domaine=fiche>) et dont la population vit plus de l'économie informelle Yav Zeng (2008).

Du Nord au Nord-ouest vers le Sud-est, la ville de Lubumbashi est traversée par deux grandes rivières : Kafubu et Lubumbashi. Son bassin hydrographique est composé de quatre importants ruisseaux qui sont : Katuba, Kimilolo, Kiawishi et Naviundu. Elle compte sept communes et accuse une population en majorité jeune, vivant du commerce et des industries minières comme cité dans le travail réalisé par Yav Zeng (2008).

La ville de Lubumbashi est le siège de la Division Provinciale de la Santé (DPS) et compte au total onze Zones de Santé (ZS) dont deux sont spéciales de par leur configuration qui est constituée, d'une constellation d'aires de santé formées par les camps militaires et de police, il s'agit des ZS de Camp Vangu et Kowe, informations précisées par Tubaya (2007) et la DPS de Lubumbashi.

Les données de l'étude étaient collectées à la DPS et dans les 11 sites de traitement de choléra. Ces sites parfois pavillonnaires ou des tentes sont installées dans l'enclos des Hôpitaux Généraux des Références (HGR), où sont reçus les patients souffrants d'autres maladies. Enfin, nous avons recueilli d'autres informations complémentaires dans les ménages, les HGR et les Bureaux Centraux des ZS (BCZS).

Type d'étude

Il s'agissait d'une étude cas-témoins non appariée incluant les données de 4 années, soit du 1er janvier 2017 au 31 décembre 2020.

Population d'étude, cas et témoins

La population d'étude est constituée des patients qui ont consulté le site de traitement de choléra et, ceux reçus en médecine interne, pédiatrie et la consultation externe. Cette population était obtenue des registres, listes linéaires de sites de choléra et fiches de consultation.

La définition de cas selon l'OMS, adaptée par le ministère de la Santé de la RDC, a été utilisée : « *toute personne, d'au moins 2 ans au cours de l'épidémie et présentant au moins trois selles liquides par jour, avec ou sans vomissement ; ou diarrhée aiguë aqueuse abondante, ou tout décès des suites d'une diarrhée aiguë avec ou sans test de diagnostic rapide (TDR) choléra positif* ». Celle-ci a été trouvée dans le plan multisectoriel pour l'élimination de choléra recadré, 2018-2022 de la RDC.

Les cas et les témoins de cette étude étaient sélectionnés séparément dans les 11 sites choisis, et la technique d'ajustement était réalisée pour tous les facteurs associés au cas et au décès dus au choléra. L'appariement n'a pas été fait car la taille de l'échantillon était suffisante pour obtenir la puissance nécessaire de cette étude et l'écart a été minime entre les cas et les témoins (Bernard & La Pointe, 2003 ; Okenge, 2020) enrôlés pour notre étude.

Les témoins recrutés dans les formations sanitaires, étaient représentatifs de la population dont sont issus les cas de choléra intégrés dans cette étude.

Taille de l'échantillon

Au total 5112 cas de choléra, population source, et 4726 cas non échantillonnés. Après calcul, il a été retenu une taille de 333,6 cas et augmentée de 52, soit 15,7% de taux de non-réponses. In fine 386 cas et 386 témoins, soit un échantillon de 772 sujets de l'étude, en raison d'un cas égal à un témoin (Bernard & La Pointe, 2003 ; Okenge, 2008). Tous ces cas et témoins ont répondu aux critères d'inclusion de cette étude.

Tout cas ou témoin avec données incomplètes a été remplacé par un autre de la liste linéaire des cas (feuille d'enregistrement de tous les cas, leurs caractéristiques et les variables retenues, disponible dans les zones de santé, à la DPS et à la direction de surveillance épidémiologique, niveau national du ministère de la santé) ou des registres des malades non cholériques (témoins) selon le service consulté au sein d'un HGR.

Après avoir retenu la taille de notre échantillon, et afin de garantir la sélection au hasard et équitable des sujets enrôlés dans l'échantillon par ZS, il

a été appliqué un facteur de proportionnalité de 15.1% d'effectifs à sélectionner dans toutes les 11 ZS.

Critères d'inclusion

Les cas inclus à l'étude ont répondu à cette définition de choléra, et a obéi aux critères :

- ✓ cas prévalent,
- ✓ tous les sexes,
- ✓ résidant dans la ville de Lubumbashi durant l'étude,
- ✓ Test de diagnostic rapide (TDR) choléra était positif,
- ✓ consentement lors de la collecte des données complémentaires par les enquêteurs,
- ✓ données collectées étaient complètes dans les registres ou listes linéaires de cas.

Alors que les décès sont ceux qui ont eu un résultat d'un TDR positif, même en post-mortem, tous sexes et déclarés ou notifiés par l'agent de santé.

Critères d'exclusion

Nous avons exclus les décès communautaires non confirmés et les cas ne répondant pas aux critères d'inclusion ci-haut et à l'absence d'un résultat positif de TDR choléra.

Témoins

Les témoins provenaient des registres de consultations générales, de médecine interne et de pédiatrie de la même période de 2017 à 2020. Ils ont été sélectionnés à partir des fiches dans les structures sanitaires : HGR ou CSR, où les sites de choléra étaient installés. Ils ont consulté pour d'autres maladies n'ayant pas les mêmes signes que ceux du choléra.

Collecte des données

La collecte de données a recouru aux fiches des patients, registres de consultation, listes linéaires, registres d'hospitalisation et dossiers des patients.

Il a été utilisé la fiche d'enquête des ménages pour collecter des données complémentaires environnementales des cas et des témoins. Cette fiche d'enquête approfondie était pré-testée, adaptée au contexte et validée par les experts du ministère de la santé à Kinshasa.

Cette étude a utilisé la carte sanitaire de la ville de Lubumbashi (Chenge *et al.*, 2010).

Pour garantir la confidentialité des informations, les données d'enquête complémentaire ont été codifiées et anonymisées.

Variables

Les variables dépendantes : deux types étaient utilisés, à savoir : les cas de choléra (Oui/Non) ; et les décès dus au choléra : (Oui/Non).

Il a été retenu cinq entités de variables indépendantes pour cette étude, à savoir : les variables *sociodémographiques* (âge, sexe, état matrimonial, niveau d'instruction, profession). Variables *cliniques et biologiques* (fréquence de selles, aspect de selles, déshydratation, durée de séjour, vomissement, fièvre, céphalée, toux, vertige, fatigue, anorexie, douleur abdominale, douleur lombaire) ; *épidémiologiques* (rassemblement de masse dans les 5 derniers jours, contact d'un cas confirmé de choléra, utilise une source d'eau protégée (eaux de robinet, puits entretenus et décontaminés périodiquement), dispositifs de conservation d'eau, purification d'eau de boisson, lavage des mains avec détergent, types de toilettes utilisées, connaissance des moments de lavage des mains. Enfin, les variables liées à *l'organisation de service de prise en charge médicale de cas de choléra* (Réhydratation orale, prise d'antibiotique, types d'antibiotiques, et réhydratation parentérale), comme l'a détaillé le Tableau 1 à 5.

La catégorie de la variable indépendante la moins à risque était considérée comme celle de "référence" et codifiée par "0" ; alors que celle la plus à risque, codifiée "1" pour les analyses statistiques. Les variables en 3 catégories et plus ont été décomposées en indicateur et le test global des indicateurs (Testparm) était réalisé et rapporté en dessous de tableau de résultats.

Une équipe de recherche, composée d'un Data Manager et de cinq enquêteurs épidémiologistes, a été constituée dans la ville de Lubumbashi. Il s'agit des experts habitués à la collecte des données des études scientifiques. Ils ont été préalablement formés sur l'utilisation de la fiche d'enquête pour les données à collecter.

Analyse statistique

Le données de profils des patients ainsi que des facteurs associés à la morbidité et à la mortalité due au choléra ont été réalisés en utilisant les logiciels STATA/IC 12.1, pour les analyses statistiques. Les QGIS 3.12 et Microsoft Excel© 2017 ont permis de générer les graphiques et les tableaux.

Les indicateurs clés de la surveillance ont été calculés, à savoir : le taux de létalité dû au choléra, le taux d'attaque et le taux de mortalité des patients de choléra.

Pour les analyses, les variables âge des patients ont été regroupés en quatre catégories et le nombre de ZS dichotomisés au seuil de la médiane du taux d'attaque.

Cette étude a décrit les variables à distribution normale par la moyenne et la déviation standard, Moy (DS). Par ailleurs, l'étude a présenté les variables continues à distribution non symétrique par la médiane et l'écart interquartile (P25-P75). Les variables qualitatives étaient décrites par des proportions ou les fréquences absolues.

Le test Chi-carré (χ^2) de Pearson ou le test Exact de Fisher a été appliqué pour l'analyse des tables de contingence, et le test non paramétrique de Wilcoxon/Mann-Whitney pour la comparaison des médianes. La comparaison des moyennes a utilisé le test t-Student selon que les conditions d'applications de tests étaient réunies et satisfaisantes.

Un modèle de régression logistique binaire stepwise a été construit pour analyser les facteurs prédictifs de la morbidité et de la mortalité des patients de choléra. Il a été opté pour une approche exploratoire : les variables retenues dans les modèles ont été sélectionnées par une procédure stepwise logistic regression pas-à-pas progressive (for ward) et dégressive (back ward) pour les facteurs associés au choléra et au décès. Cette étude a utilisé, la probabilité for enter ou P_e (0,05) et for remove, P_r (0.10) basée sur le rapport de vraisemblance (LR) Test. Les variables conservées dans les modèles étaient celles pour lesquelles la P-valeur était inférieure à 0,05.

Du modèle final, obtenu après ajustement des variables significativement associées au choléra, et aux décès des patients dus au choléra, il a été dérivé, les Odds-ratios (OR) ajustés ainsi que leurs intervalles de confiance (IC) à 95% rapportés.

Les conditions d'application de la méthode ont été vérifiées par le test d'ajustement de Hosmer-Lemeshow (HL), LR test et le facteur d'inflation de la variance (VIF). Cette étude a procédé à l'analyse graphique du diagramme de dispersion des résidus standardisés en fonction des probabilités prédites. Cette analyse était satisfaisante.

Un risque d'erreur (α) de 5%, la puissance d'échantillon à 90% et un intervalle de confiance à 95% étaient optés pour cette étude. Le Seuil de signification statistique est fixé à 0.05.

Résultats

Les résultats de cette recherche sont présentés en trois parties, à savoir : Indicateurs de morbidité et de mortalité de choléra à Lubumbashi ; les caractéristiques et profils clinique, épidémiologique, biologique, thérapeutiques des malades et des témoins ; et enfin les déterminants de la morbidité et de la mortalité dus au choléra, à Lubumbashi, en RDC de 2017 à 2020.

1. Indicateurs de morbidité et de mortalité de choléra à Lubumbashi

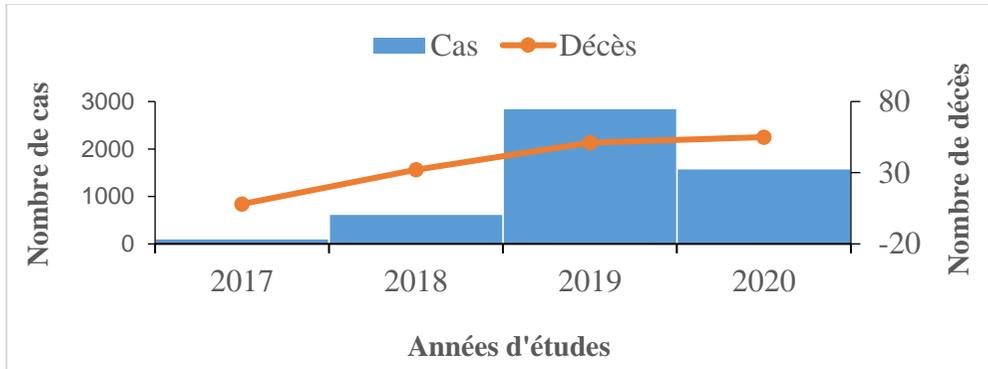


Figure 1. Evolution annuelle de nombre des cas et des décès de choléra à Lubumbashi, de 2017 à 2020

De l'analyse de la Figure 1, il ressort que plus de cas de choléra, 2836 cas ont été rapportés en 2019 ; alors que plus de décès dus au choléra étaient enregistrés en 2020, soit 55 décès. En revanche, l'année 2017 a notifié le moins de cas et de décès de choléra, soit 97 cas et 8 décès.

Ci-dessous la Figure 2 décrit l'évolution annuelle des indicateurs de surveillance de choléra.

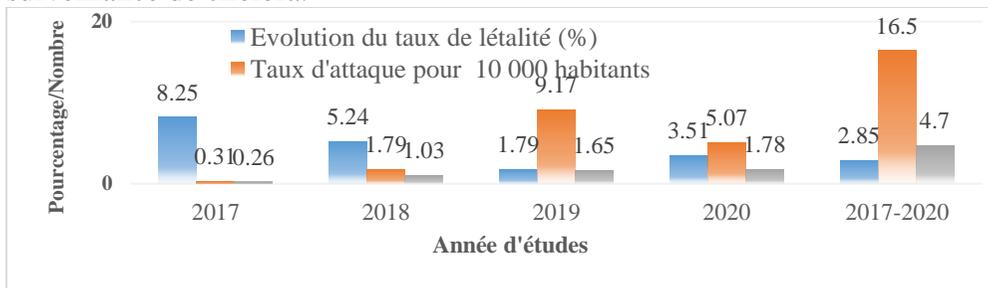


Figure 2. Evolution annuelle des taux de létalité, d'attaque et de mortalité de choléra à Lubumbashi, de 2017-2020

Il se dégage de la Figure 2 que le taux d'attaque du choléra est près de 17 pour 10.000 habitants sur la période analysée de 4 ans. Le taux de mortalité globale est estimé à 5 pour 100.000 habitants dans la ville de Lubumbashi. Le taux de létalité globale de 4 ans est près de 3% (n=5112). L'année 2017 a enregistré le taux de létalité le plus élevé de cette étude (8.3%, soit 8 décès sur 97 cas rapportés). En 2018, le taux de létalité dû au choléra a été estimé à 5.2% (32 décès sur 611 cas) (Figure 1 et Figure 2).

2. Caractéristiques des cas de choléra et des témoins de l'échantillon

A Lubumbashi, 2017 à 2020

2.1. Données des cas et des témoins de l'échantillon

Les données descriptives des cas et témoins sont présentées au Tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1. Profil épidémiologique des cas de choléra et des témoins à Lubumbashi, 2017-2020

Facteurs	Total n (%)	Cas n (%)	Témoin n (%)	OR [IC à 95%]	P-value
Sexe					
<i>Féminin</i>	373 (100)	169 (45.31)	204 (54.69)	1	
<i>Masculin</i>	399 (100)	217 (54.39)	182 (45.61)	1.43 [1.1-1.9]	0.012
Age (années)					
2 à 9	38 (100)	35 (92.11)	3 (7.89)	1	
10 à 19	202 (100)	118 (58.42)	84 (41.58)	0.12 [0.03-0.04]	
20 à 29	180 (100)	71 (39.44)	109 (60.56)	0.06 [0.02-0.19]	
30 et plus	352 (100)	162 (46.02)	190 (53.98)	0.07 [0.02-0.24]	0.000*
Etat matrimonial					
<i>Non marié</i>	328 (100)	151 (46.04)	177 (53.96)	1	
<i>Marié</i>	444 (100)	235 (52.93)	209 (47.07)	1.36 [0.91-1.73]	0.05
Niveau d'instruction					
> 6 ans d'études	588 (100)	261 (44.39)	327 (55.61)	1	
≤ 6 ans d'études	184 (100)	125 (67.93)	59 (32.07)	2.72 [1.8- 3.8]	0.000
Profession					
<i>Employé</i>	116 (100)	28 (24.14)	88 (75.86)	1	
<i>Commerçants</i>	39 (100)	27 (69.23)	12 (30.77)	7.10 [3.2-15.8]	
<i>Élève et étudiant</i>	293(100)	127 (43.34)	166 (56.66)	2.42 [1.5-3.9]	
<i>Agriculteur</i>	230 (100)	151(65.65)	79 (34.35)	6.03 [3.6-9.9]	
<i>Ménagère</i>	94 (100)	53 (56.38)	41 (43.62)	4.11 [2.3-7.3]	0.0000*
Participation au rassemblement de masse au cours de 5 derniers jours					
<i>Non</i>	490 (100)	239 (48.78)	251 (51.22)	1	
<i>Oui</i>	282 (100)	147 (52.13)	135 (47.87)	1.10 [0.8-1.7]	0.369
Contact avec un cas de choléra					
<i>Non</i>	724 (100)	345 (47.65)	379 (52.35)	1	
<i>Oui</i>	48 (100)	41 (85.42)	7 (14.58)	6.41 [2.8-17.2]	0.000
Utilise source d'eau protégée					
<i>Oui</i>	282(100)	127 (45.04)	155 (54.96)	1	
<i>Non</i>	490 (100)	259 (52.86)	231 (47.14)	1.42 [1.1-1.8]	0.036
Dispositif de conservation d'eau couvert					
<i>Oui</i>	611 (100)	301 (49.26)	310 (50.74)	1	
<i>Non</i>	161 (100)	85 (52.80)	76 (47.20)	1.21 [0.8-1.7]	0.425
Purification d'eau de boisson					
<i>Oui</i>	501 (100)	244 (48.70)	257 (51.30)	1	
<i>Non</i>	271 (100)	142 (52.40)	129 (47.60)	1.20 [0.8-1.6]	0.327
Type de toilette utilisée					
<i>En eau courante</i>	441 (100)	201 (45.58)	240 (54.42)	1	
<i>Récipient</i>	174 (100)	112 (64.37)	62 (35.63)	2.21 [1.5-3.1]	
<i>Fosse arabe</i>	157 (100)	73 (46.50)	84 (53.50)	1.03 [0.7-1.5]	0.000
Moments critiques de lavage des mains #					
<i>Connus</i>	316 (100)	142 (44.94)	174 (55.06)	1	
<i>Non connus</i>	456 (100)	244 (53.51)	212 (46.49)	1.46 [1.08-1.98]	0.019

*testparm des indicateurs. # 4 moments de lavage des mains : « Avant le repas, avant allaitement, après s'être rendu aux toilettes et après être rentré à la maison ».

Le Tableau 1 renseigne que l'âge, le sexe, la profession, le contact avec un cas de choléra, la consommation d'eau des sources non protégées, le niveau d'instruction, l'utilisation des récipients ou sachets pour déféquer, l'aspect liquidien et parfois eau des riz ainsi que la méconnaissance des moments critiques de lavage des mains sont associés à la chance de contracter le choléra ($P < 0.05$).

2.2. Données cliniques et biologiques des cas et des témoins de l'échantillon

Ci-dessous, le Tableau 2 présente les données cliniques et biologiques de l'échantillon.

Tableau 2. Profils clinique et biologique des cas de choléra et des témoins à Lubumbashi, en République démocratique du Congo, 2017-2020

Signes/ Symptômes	Total n (%)	Cas n (%)	Témoin n (%)	OR [IC à 95%]	P-value
Fréquence de selles					
≥3					
<i>Non</i>	376 (100)	12 (3.19)	364 (96.81)	1	
<i>Oui</i>	396 (100)	374 (94.44)	22 (5.56)	516 [251.4 - 1057.3]	0.000
Selles Liquides					
<i>Non</i>	369 (100)	0 (0)	369 (100)	1	
<i>Oui</i>	403(100)	391 (97.62)	12 (2.38)	909 [400.2-2065.7]	0.000
Déshydratation					
<i>Absente</i>	422 (100)	43 (10.19)	379 (89.81)	1	
<i>Modérée</i>	156 (100)	153 (98.08)	3 (1.92)	449.5 [137.1-1470.7]	
<i>Sévère</i>	194 (100)	190 (97.94)	4 (2.06)	418.6 [148.1- 1183.2]	0.000
Durée de séjour (Jours)					
≤1	120 (100)	61(50.83)	59 (49.17)	1	
≥2	652 (100)	325(49.85)	327(50.15)	0.9 [0.64-1.44]	0.843
Vomissement					
<i>Non</i>	390 (100)	6 (1.57)	376 (98.43)	1	
<i>Oui</i>	382 (100)	380 (97.44)	10 (2.56)	2381.3 [856.9- 6617.8]	0.000
Fièvre					
<i>Non</i>	606(100)	383 (63.20)	223 (36.80)	1	
<i>Oui</i>	166 (100)	3 (1.81)	163 (98.19)	0.01 [0.0-0.33]	0.000
Toux					
<i>Non</i>	743 (100)	382 (51.41)	361(48.59)	1	
<i>Oui</i>	29 (100)	4 (13.79)	25 (86.21)	0.1 [0.1-0.43]	0.001
Céphalée					
<i>Non</i>	673 (100)	358 (53.19)	315 (46.81)	1	
<i>Oui</i>	99 (100)	28 (28.28)	71 (71.72)	0.34 [0.21-0.55]	0.000

Vertige	<i>Non</i>	749(100)	384 (51.27)	365 (48.73)	1	0.001
	<i>Oui</i>	23 (100)	2 (8.70)	21 (91.30)	0.15 [0.09-0.38]	
Fatigue	<i>Oui</i>	676 (100)	371(54.88)	305 (45.12)	1	0.000
	<i>Non</i>	96 (100)	15 (15.63)	81 (84.38)	0.1 [0.01-0.27]	
Anorexie	<i>Non</i>	710 (100)	366 (51.55)	344 (48.45)	1	0,04
	<i>Oui</i>	62 (100)	20 (32.26)	42 (67.74)	0.45 [0.25-0.78]	
Douleur abdominale	<i>Non</i>	734 (100)	385 (52.45)	349 (47.55)	1	0.000
	<i>Oui</i>	38 (100)	1 (2.63)	37 (97.37)	0.02 [0.00-1.18]	

Le Tableau 2 montre que la fréquence de 3 selles et plus, l'aspect liquidien et parfois l'eau de riz, la déshydratation, le contact avec un cas de choléra, sont les signes/symptômes associés statistiquement et significativement au choléra ($P < 0.05$). Par ailleurs, les patients ayant présenté de la fièvre, toux, céphalées, fatigue, anorexie, vertige, douleur abdominale et douleur lombaire ont moins de chance, en priori d'être des cas de choléra, Tableau 2 ($P < 0.05$).

2.3. Données thérapeutiques des cas et des témoins de l'échantillon

Les données thérapeutiques des cas et des témoins de l'échantillon se trouvent au tab 3

Tableau 3. Profil thérapeutique des cas de choléra et des témoins dans la ville de Lubumbashi, en République démocratique du Congo, 2017-2020

Traitement administré	Total n (%)	Cas n (%)	Témoins n (%)	OR [IC à 95%]	P-value
Réhydratation orale					
<i>Non</i>	265 (100)	5 (1.89)	260 (98.11)	1	0.000
<i>Oui</i>	507 (100)	381 (75.15)	126 (24.85)	157 [64-496]	
Antibiotique					
<i>Non</i>	154 (100)	37 (24.03)	117 (75.97)	1	0.000
<i>Oui</i>	618 (100)	349 (56.47)	269 (43.53)	4.1 [2.7-6.3]	
Type d'antibiotique					
<i>Aucun</i>	156 (100)	40 (25.64)	116 (74.36)	1	0.000
<i>Doxycycline</i>	62 (100)	47 (75.81)	15 (24.19)	9.08 [4.6-19.9]	
<i>Chloramphénicol</i>	55 (100)	7 (12.73)	48 (87.27)	0.4 [0.2- 1.0]	
<i>Ciprofloxacine</i>	173 (100)	73 (42.20)	100 (57.80)	2.1 [1.1-3.4]	
<i>Métronidazole</i>	239 (100)	171(71.55)	68 (28.45)	7.3 [4.6-11.5]	
<i>Ampicilline</i>	87 (100)	48 (55.17)	39 (44.83)	3.6 [2.0-6.2]	
Réhydratation parentérale					
<i>Non</i>	446 (100)	105 (23.54)	341(76.46)	1	0.000
<i>Oui</i>	326 (100)	281 (86.20)	45(13.80)	20.3 [13.6-30.4]	

Le Tableau 3 renseigne que la prise de la solution de réhydratation orale (SRO), la prise d'antibiotique, le type d'antibiotique (doxycycline, métronidazole, ampicilline et le ciprofloxacine), et la réhydratation parentérale (perfusion) sont les traitements administrés, statistiquement et significativement associés au cas de choléra (P= 0.000).

3. Les déterminants de la morbidité et de la mortalité due au choléra à Lubumbashi, 2017-2020

3.1. Les déterminants de la morbidité due au choléra à Lubumbashi.

La synthèse des données de morbidité due au choléra se trouve au Tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4. Facteurs associés à la morbidité de choléra, à Lubumbashi, 2017-2020

Facteurs associés au Choléra	OR ajusté [IC95%]	Coefficient β	S.E.	p-value	S
Sexe					
<i>Féminin</i>	1				
<i>Masculin</i>	1.41 [1,04-1,89]	0.34	0.15	0.026	****
Age (années)					
2 à 9	1				
10 à 19	0.14 [0.04-0.51]	-1.92	0.63		
20 à 29	0.09 [0.02-0.31]	-2.46	0.66		
30 et plus	0.11 [0.03-0.39]	-2.21	0.65	0.001	****
Niveau d'instruction					
>6 ans d'études	1				
≤6 ans d'études	1.64 [1.05-2.54]	0.49	0.22	0.029	****
Contact connu d'un cas de choléra					
<i>Non</i>	1				
<i>Oui</i>	5.9 [2.60-13.67]	1.78	0.42	0.000	****
Moments critiques de lavage des mains					
<i>Connus</i>	1				
<i>Non connus</i>	1.46 [1.08-1.98]	0.38	0,16	0.015	****

Pseudo $R^2 = 0.084$; Prob > chi2 = 0.000; Hosmer-Lemeshow chi² (7) = 5.28;

Prob > chi² = 0.626.

Le Tableau 4, montre que, ajusté pour toutes les variables, le sexe masculin, le niveau d'instruction inférieur ou égal à 6 ans d'études, le contact connu d'un cas de choléra et la méconnaissance des moments critiques de lavage des mains sont des facteurs statistiquement et significativement associés au choléra à Lubumbashi (P<0.05).

3.2. Facteurs associés à la mortalité due au choléra à Lubumbashi

Ci-dessous, le Tableau 5 renseigne sur les facteurs associés à la mortalité due au choléra.

Tableau 5. Facteurs associés aux décès dus au choléra, à Lubumbashi, 2017-2020

Facteurs associés aux décès dus au choléra	OR ajusté [IC95%]	Coef-ficient β	S.E.	Z	p-value	S
Délai entre début des signes et le traitement						
<i>Moins de 24h</i>	1					
<i>24h et plus</i>	2.23 [1.22-4.05]	0.80	0.31	2.63	0.009	****
Prise des antibiotiques						
<i>Non</i>	1					
<i>Oui</i>	0.58 [0.35-0.95]	-0.54	0.25	-2.15	0.031	****
Déshydratation						
<i>Absence</i>	1					
<i>Modéré</i>	0.62 [0.32-1.34]	-0.47	0.35	-1.35		
<i>Sévère</i>	2.67 [1.65-4.34]	0.98	0.25	3.95	0.000 [#]	****
Niveau d'instruction						
<i>≤ 6 ans d'études</i>	1					
<i>> 6 ans d'études</i>	0.39 [0.21-0.71]	-0.94	0.30	-3.11	0.002	****

**** : (P<0.05). # : Testparm de la variable décomposée en indicateur. **Pseudo R² =0.083** ; Prob > chi² = 0.0000 ; **Hosmer-Lemeshow chi² (8) = 13.54 ; P= 0.095.**

Le Tableau 5 renseigne qu'après ajustement, la prise en charge médicale au-delà de 24H00 du début des signes et la déshydratation sont les facteurs associés statistiquement et significativement au décès dû au choléra à Lubumbashi (P<0.05). Par ailleurs, les patients ayant reçu l'antibiotique et ceux avec un niveau d'instruction supérieur ou égal à 6 ans d'études ont moins de chance de décéder de choléra (P<0.05).

Discussion

La discussion concerne successivement les résultats de la morbidité et la mortalité due au choléra à Lubumbashi ; les profils clinique, épidémiologique, biologique et thérapeutique des patients du choléra et des témoins ; et enfin les déterminants de la morbidité et la mortalité dus au choléra à Lubumbashi.

1. Morbidité et mortalité dues au choléra à Lubumbashi, 2017-2020

Les Figures 1 et 2 des résultats de cette étude ont montré que le choléra a évolué sous un mode endémo-épidémique à Lubumbashi, entre 2017-2020. Au total, 5112 cas et 146 décès ont été rapportés, soit un taux de létalité globale de 2.9% (n=5112) pour cette période. La mortalité pour 100.000 hab. estimée à 4.7. Près de 56% (n=5112) des cas de choléra ont été rapportés en 2019 (Figure 1et 2). Cette étude a trouvé un taux d'attaque sur 4 ans de près 17 sur 10.000 hab. (Figure 2), des chiffres qui montrent une forte contamination de choléra dans cette ville de Lubumbashi.

En effet, ces résultats pourraient être expliqués par les facteurs associés au choléra trouvés par cette étude, notamment les mauvaises conditions

hygiéniques et parfois l'absence des toilettes, fortes hydrographies contrastant avec la qualité d'eau, sources d'eaux de boissons diversifiées, la profession des commerçants, agriculteurs, ménagères, la méconnaissance de l'hygiène des mains, aspects liés aux facteurs de risques associés au choléra (Tableau 1). Ce rôle de l'hygiène a été prouvé au Mali, commune de Coulibaly où l'amélioration à l'accès à l'eau, à l'hygiène et assainissement a eu un impact positif dans la réduction des maladies hydriques (Traore *et al.*, 2021).

2. Profils clinique, épidémiologique, biologique et thérapeutique des patients du choléra et des témoins

2.1. Le profil clinique des patients de choléra et des témoins de notre échantillon

Il ressort du Tableau 2 des résultats de notre étude que la diarrhée, les vomissements, deux signes plus caractéristiques de choléra, la fièvre, les douleurs abdominales, la fatigue, les vertiges, l'anorexie, la toux, les céphalées et les douleurs articulaires sont les symptômes et les signes cliniques caractéristiques des malades du choléra ; la différence avec les témoins étant statistiquement significative ($p < 0,05$).

En revanche, cette étude a montré que certains signes : la fièvre constatée à près de 2% de cas contre 98% des témoins, douleurs abdominales, à 3% des cas et la toux à 14%. Les céphalées ont été identifiées dans 28% des cas (Tableau 2) et ne peuvent être considérés comme révélateurs ou pathognomoniques d'un cas de choléra.

Cette symptomatologie clinique générale était semblable à celle décrite par l'OMS, trouvé dans le site <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cholera> et les études de (Kyelem *et al.*, 2020 ; au Burkina Faso en 2005 ; Compaoré *et al.*, 2001 ; Morillon *et al.*, 2002), à Djibouti, entre 1993-1994, respectives. D'où l'importance d'un examen clinique détaillé de tout cas suspect de choléra dès l'arrivée.

Enfin, ce résultat ne corrobore pas avec 10% à 20% des patients sans déshydratation trouvé à Dhaka, au Bangladesh par Pietroni (2019).

2.2. Le profil biologique des patients de choléra de notre échantillon

Les résultats de cette étude, a recouru aux Test de Diagnostic Rapide (TDR), partie intégrante de la définition de cas de choléra dans cette étude.

En RDC comme à Lubumbashi, la culture de selles, la biologie moléculaire de vibrio cholerae, et l'ionogramme ne font pas parties des examens de routine chez tous patients suspects de choléra, et ce même au cours de suivi de sa prise en charge médicale.

Les bandelettes représentent le premier test rapide qui a été utilisé avec succès pour diagnostiquer le choléra à partir d'écouvillons rectaux, et cela améliorerait énormément la surveillance du choléra, en particulier dans les

régions éloignées, comme l'a souligné (Ndour *et al.*, 2006), mais sa disponibilité est un facteur limitant dans notre contexte.

2.3. Le profil épidémiologique des patients de choléra de notre échantillon

Comme renseigné par nos résultats, au Tableau 1, comparé aux témoins : l'âge de moins de 10 ans, le sexe masculin, la profession (commerçante, agricultrice, ménagère, élève et étudiante), le contact avec un cas de choléra, la consommation d'eau des sources non protégées, le niveau d'instruction \leq à 6 ans d'études. En outre, l'utilisation des récipients ou dispositifs similaires pour déféquer, l'aspect liquidien et parfois eau des riz ainsi que la méconnaissance des moments critiques de lavage des mains sont associés à la chance de contracter le choléra à Lubumbashi ($P < 0.05$).

En effet, la prévention et la gestion de choléra devraient se reposer sur les approches cliniques, épidémiologiques, socio anthropologiques et communautaires, et ne peuvent échapper à ce paradigme pour plus d'acceptation et d'implication de tous. Notre étude a montré que le contact d'un cas de choléra avait plus de 6 fois de chance de développer le choléra, Tableau 1. Cette considération doit être intégrée dans la lutte contre cette maladie.

Les patients avec une instruction \leq à 6 ans d'études courraient près de 3 fois plus de chance de contracter le choléra que les témoins. Ce résultat est remarquablement très pertinent d'être intégré dans le curricula de l'enseignement en RDC. Les notions de prévention et d'attitudes à promouvoir pour lutter contre le choléra seront incluses dans la stratégie et approche holistique à enseigner dans les écoles, communautés et églises.

En rapport avec le sexe, il a été noté plus d'hommes (54,39%) parmi les cas contre 45,61% des témoins. Etant un cas, la cote de contracter le choléra est 1.43 quand on est un homme par rapport à la femme, ORIC95% : 1.43 [1.1-1.9], $P=0.012$ (Tableau 1).

A notre avis, sur le terrain, cette étude a constaté que les hommes fréquentent plus les restaurants de fortune (Malewa) et consomment plus les aliments vendus sur la voie publique, comme l'eau en sachet, manipulée sans hygiène scrupuleuse. Ces constats pourraient être des facteurs de risque important de contamination de choléra à Lubumbashi. Nos résultats sont comparables aux études menées respectivement par (Kyelem *et al.*, 2011) au Burkina Faso (Jaureguiberry *et al.*, 2001), au Madagascar, et (Tanon *et al.*, 2004) en Côte d'Ivoire, qui ont trouvé une prédominance des cas de choléra chez les hommes.

De surcroit (McCrickard *et al.*, 2017) avaient trouvé au cours d'une épidémie de choléra de 2015 à 2016 en Tanzanie, que les hommes étaient plus

touchés et que parmi les signes, autres les diarrhées et les vomissements à plus de 75% de cas, les céphalées ont été constatées à 16% d'admission dans les sites de traitement de choléra.

L'âge médian (P25-P75) dans notre étude est 28 (18-41) ans. Près de 95% (n=722) avait 10 ans et plus. Ceci s'explique par la caractéristique démographique de la population et marquée par cette jeunesse active, très mobile et plus exposée aux facteurs de risque de choléra dans notre contexte, Tubaya (2007). En effet, les jeunes étaient les plus atteints de choléra, mais les plus âgés en mouraient plus. Ceci a été observé aussi dans les études menées, au Burkina Faso, et Madagascar respectivement par" (Kyelem *et al.*, 2011; Compaoré, 2001; Jaureguiberry *et al.*, 2001)". D'autre part (Morillon *et al.*, 1988) à Djibouti, rapportaient que les enfants âgés de 0 à 5 ans étaient les plus touchés ; comme l'a révélé cette étude de Lubumbashi, où l'âge 10 ans et plus était moins touché en comparaison avec les moins de 10 ans (Tableau 1).

En rapport avec la profession, nos résultats ont mis à exergue le rôle de : commerçants, les agriculteurs, les ménagères, les étudiants et les élèves, qui ont eu respectivement 7 et 6, 4, 2 fois plus de chance de développer le choléra que les employés, par rapport à leurs témoins, de manière significative, P= 0.000 (Tableau 1).

Les élèves et les étudiants n'ont pas été épargnés, près de 2.4 fois plus de chance de contracter le choléra que les employés, et ce en comparaison avec leurs témoins. Les expositions à l'eau de boisson contaminée et aliments vendus dans les conditions d'hygiène précaires y compris dans les écoles et universités pourraient être des facteurs explicatifs.

2.4. Le profil thérapeutique des patients de choléra de notre échantillon

Le Tableau 3 des résultats de cette étude renseigne que l'administration de la solution de réhydratation orale (SRO), l'utilisation d'antibiotique, le type d'antibiotique (Doxycycline, métronidazole, ampicilline et le ciprofloxacine), et l'administration de la réhydratation parentérale (perfusion) sont les traitements administrés, statistiquement et significativement associés au choléra (P= 0.000).

A Lubumbashi, les ZS construisent soit les tentes dans l'enceinte des hôpitaux généraux de référence (HGR), soit aménagent un pavillon de l'HGR devant abriter le site de prise en charge des malades de choléra. Dans ces ZS, la prise en charge des patients et l'approvisionnement en intrants de lutte contre le choléra sont tributaires de l'appui des techniques, logistiques et financiers des partenaires stratégiques ou opérationnels. Il n'existe pas des fonds de calamité ou d'urgence pour faire face immédiatement à l'épidémie de choléra.

Ensuite, le manque du suivi scrupuleux des protocoles de prise en charge de choléra, dans 45.5% (n=11) de sites de traitement de choléra, et des

évaluations bi journalières des patients ont été déplorés et dont la stratégie de contrôle efficace à mettre au point dans cette ville apportera des innovations pour améliorer la gestion de ces patients.

La quantité médiane du liquide administrée, en litre, par patient, est exprimée à 4 (0-6), Médiane (P25-P75) trouvé par cette étude. Ce chiffre est proche de la moyenne de 5.2 litres par patient de choléra, WHO (2019). En outre, ces résultats sont semblables de ceux obtenus par (Akpa *et al.*, 2008) lors leurs études sur les déterminants de faible létalité de l'épidémie de choléra dans le littoral au Bénin en 2008, et qui ont trouvé 6,93 litres par patient avec déshydratation sévère. Ces auteurs ont montré que la réhydratation parentérale a été utilisée pour 92,51 % des cas présentant une déshydratation modérée avec en moyenne 3,67 litres par patient, et 17,24 % des cas sans déshydratation avec en moyenne 2,28 litres par patient, ce qui représente près de 4;3 litres en moyenne par patient cholérique de son échantillon. Cette étude a trouvé que 86.2% des patients avaient bénéficié la réhydratation parentérale (Tableau 3), contre 85% et 99,50 % des patients ont reçu le SRO, comme mesures thérapeutiques de cas de choléra, renseigné dans la série d' (Akpa *et al.*, 2008). Cette considération reconforte, et, est en accord avec les lignes directrices de l'OMS qui préconise du SRO à plus de 80% des malades de choléra,

Cette étude, au Tableau 3 a renseigné que l'antibiothérapie a été administrée à près 56% chez les cas contre 44% chez les témoins. L'utilisation des antibiotiques diffère significativement entre le cas et les témoins, OR= 4.1, IC95% (2.7-6.3), P=0000. Seul 25% (n=386) de cas de choléra de notre échantillon n'a pas reçu d'antibiotique contre 74% des témoins. L'ampicilline (55%), le métronidazole (72%), le ciprofloxacine (42%), le tétracycline (76%) et le chloramphénicol (12%) ont été les antibiotiques largement administrés (Tableau 3), de manière significative (P<0.05) dans la ville de Lubumbashi . Et ce à l'absence de tout antibiogramme au préalable.

En contrario, la réhydratation par voie parentérale a été constatée dans 100% des patients de choléra, mais seul 4% (n=386) des témoins ont bénéficié de solution parentérale (P=0.000). Ceci soulève deux questionnements, sur le respect strict de protocole thérapeutique, car près de 10% de cas n'avait aucun signe de déshydratation et devrait bénéficier du SRO seulement.

3. Les déterminants de la morbidité et de la mortalité due au choléra à Lubumbashi

3.1. Les déterminants de la morbidité de choléra à Lubumbashi

Les résultats du Tableau 4 de cette étude, montre que, après ajustement pour toutes les variables significatives en analyse bi variée, les déterminants ci-après : le sexe masculin, le niveau d'instruction inférieur ou égal à 6 ans d'études. Et le contact connu d'un cas de choléra et la méconnaissance des moments critiques de lavage des mains sont des facteurs significativement

associés au choléra ($P < 0.05$) à Lubumbashi. Ces facteurs ont été retenus par le modèle final de régression logistique binaire, pas à pas. Ceci prouve en suffisance et explique le rôle de ces déterminants dans l'écllosion des flambées épidémiques de choléra à Lubumbashi.

En effet, même au sein de la population majoritairement instruite (étudiants et élèves), mais vivant dans les conditions socio-économiques précaires, notamment d'hygiène et de pénurie d'eau potable, le nombre de cas de contamination et décès de choléra ne peuvent cesser d'accroître malgré les actions menées sur le terrain. Le risque de contamination par des eaux de boisson et des nourritures extra ou intra domiciliaires devient élevé et constitue le point de départ des foyers actifs de choléra à Lubumbashi.

Cette étude a trouvé que près de 22% (Tableau 1) de la population utilise les seaux, sachets ou autres dispositifs similaires pour déféquer en pleine journée ou la nuit, parfois dans leurs maisons, constituant un facteur potentiel de risque de transmission manu portée et par les hôtes intermédiaires dont les mouches domestiques, comme explique le site de <https://www.solidarites.org/fr/aider-plus-loin-temoigner/combattre-les-maladies-hydriques/cholera>, sur les 2 voies de transmission du *Vibrio choléra*. Cette étude menée à Lubumbashi a démontré que, comparé aux témoins, les cas utilisant ces dispositifs ont 2 fois plus de chance de contracter le choléra que ceux qui utilisaient les toilettes en eau courante (OR IC95= 2.2 [1.5-3.1]) ($P = 0.00$), Tableau 1.

En outre, pire encore ces dispositifs contenant les matières fécales sont déversés, soit à l'air libre, ou dans les rivières qui parsèment la ville de Lubumbashi, soit dans les toilettes non hygiéniques, favorisant ainsi la contamination des puits artisanaux ou "Kishimpo", où la population se rabat pour puiser de l'eau à usage domestique. Nos résultats sont proches de certaines études réalisées en RDC, et en particulier dans le contexte de la ville de Lubumbashi (Tubaya, 2007; Ingelbeen *et al.*, 2019).

En effet, la prise en considération des facteurs comme: l'inattention par les prestataires et la communauté du rôle que doit jouer un contact d'un cas confirmé, probable ou suspect de choléra dans la propagation de la maladie, bien souvent asymptomatique, comme l'a dit l'OMS (2019). Action à renforcer dans la prévention de choléra dans notre contexte d'étude.

Enfin, la méconnaissance des moments critiques de lavage des mains s'est révélée être un des facteurs de risque de choléra, OR IC95% : 1.46 (1.08-1.98) $P = 0.019$ (Tableau 1). Le rôle joué par la connaissance et la pratique de lavage des mains dans la prévention des maladies manu-portées ou des mains sales a été suffisamment documenté et souligné par certains auteurs (Hutin *et al.*, 2000; Shahid *et al.*, 1996). Des résultats similaires ont été obtenus par d'autres études qui ont également indiqué que l'utilisation du savon et la promotion du lavage des mains permettent de réduire de 26 à 62 % l'incidence

de la diarrhée dans les pays en développement (Hutin *et al.*, 2000; Pinfold *et al.*, 1996). Le choléra a été défini comme un modèle d'une maladie à transmission environnementale lié à l'écologie et à la population (Lipp *et al.*, 2002). Ce fait ci-haut décrit prouve en suffisance la persistance des défis et gaps à combler en matière de la prévention et contrôle de l'infection (PCI) et de communication sur les risques et engagement communautaire (CREC).

3.2. Les déterminants de décès dus au choléra à Lubumbashi

Cette étude a renseigné, au Tableau 5 qu'après ajustement pour toutes les variables significatives en analyse bi variée, la prise en charge médicale au-delà de 24H00 du début des signes et la déshydratation sont les facteurs associés significativement au décès dû au choléra à Lubumbashi ($P < 0.05$). Par contre, les patients ayant été traité par l'antibiotique et ceux avec un niveau d'instruction supérieur ou égal à 6 ans d'études, ont moins de chance de décéder de choléra ($P < 0.05$).

Les résultats de cette recherche ont montré que le taux de létalité globale de 4 ans (2017 à 2020) est près de 3%, soit 146 décès parmi 5112 cas de choléra rapportés. L'année 2017 a enregistré le taux de létalité le plus élevé de notre étude (8.3%, soit 8 décès sur 97 cas notifiés). En 2018, le taux de létalité dû au choléra a été estimé à 5.2% (32 décès sur 611 cas) (Figure 1 et Figure 2).

Les informations fouillées sur les éventuelles comorbidités étaient insuffisantes pour dégager des conclusions idoines, mais près de 34% de cas de choléra de notre échantillon ont présenté d'autres signes de gravité comme la fièvre, les douleurs abdominales, céphalées, toux et fatigue (Tableau 2).

A Lubumbashi, l'arrivée tardive des patients de choléra dans les sites de traitement est une vraie réalité pouvant justifier en partie les décès. Ces résultats sont proches de ceux obtenues à Lubumbashi par (Cilundika *et al.*, 2014), où la majorité des cas de choléra provenaient des districts périphériques des communes de Kampemba (36,3%), le Kenya (25, 0%) et le Katuba (23, 5%) et que la létalité était très liée à l'arrivée tardive des patients et à la sévérité du plan de déshydratation (3,5%).

En plus, l'itinéraire de soins est variable et divers selon la perception et représentation de choléra, certains patients ne consultent pas les sites de prises en charge dédiés à cette fin à cause de la honte, expliquant parfois les décès liés au choléra.

L'usage rationnel et optimal de l'antibiotique joue un rôle dans la réduction des pertes hydro électrolytiques, écourte la durée de la maladie, et accélère la guérison ont expliqué certains auteurs (Akpa *et al.*, 2008) et <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cholera>.

Le niveau d'instruction de 6 ans et plus, à un rôle protecteur. En effet, il pourrait être expliqué par compréhension de la maladie, sa dangerosité, d'où

l'intérêt à la consultation rapide au moindre signe ou symptôme pouvant penser au choléra.

Conclusion

Cette étude a permis de définir le profil clinique et biologique : la fréquence de 3 selles et plus, les aspects liquidiens de selles, la déshydratation, le contact avec un cas de choléra, sont les signes/symptômes associés significativement au choléra.

Par ailleurs, les patients ayant présenté de la fièvre, toux, céphalées, fatigue, anorexie, vertige, douleur abdominale et douleur lombaire ont moins de chance, à priori d'être des cas de choléra. Profil épidémiologique (l'âge, le sexe, la profession, le contact avec un cas de choléra, la consommation d'eau des sources non protégées, le niveau d'instruction inférieur ou égal à 6 ans, l'utilisation des récipients ou sachets pour déféquer, l'aspect liquidien et parfois eau des riz des selles ainsi que la méconnaissance des moments critiques de lavage des mains sont associés à la chance de contracter le choléra. En plus, profil thérapeutique des patients de choléra : la prise de la solution de réhydratation orale (SRO), la prise d'antibiotique, le type d'antibiotique (doxycycline, métronidazole, ampicilline et le ciprofloxacine), et la réhydratation parentérale (perfusion) sont les traitements administrés, statistiquement et significativement associés au choléra.

Cette recherche a contribué à identifier les déterminants à la base de la morbidité et de la mortalité due au choléra à Lubumbashi : le sexe masculin, le niveau d'instruction inférieur ou égal à 6 ans d'études, le contact connu d'un cas de choléra et la méconnaissance des moments critiques de lavage des mains sont des facteurs statistiquement et significativement associés au choléra à Lubumbashi.

Enfin, la prise en charge médicale au-delà de 24H00 du début des signes et la déshydratation sévère sont les facteurs associés de manière significative au décès dû au choléra à Lubumbashi.

En revanche, les patients ayant reçu l'antibiotique et ceux avec un niveau d'instruction supérieur ou égal à 6 ans d'études ont moins de chance de décéder de choléra.

La connaissance des différents profils et des déterminants devrait permettre la mise au point d'une stratégie efficace et pérenne de contrôle de choléra à Lubumbashi. Néanmoins, une étude sur caractéristiques des gènes de virulence et la sensibilité aux antibiotiques de *Vibrio cholerae* O1 dans des isolats cliniques et environnementaux à Lubumbashi, apportera d'autres évidences supplémentaires sur le rôle de *Vibrio cholerae* dans la résurgence des flambées épidémiques de choléra à Lubumbashi.

Remerciements

Nos remerciements au Chef de la DPS Haut-Katanga, Dr. KAFWEMBE Jean Marie pour la facilitation administrative sur le terrain, ainsi qu'aux équipes des 11 ZS.

Aussi, que Dr. DIARRA Abdoulaye, le Représentant de l'OMS/Comores et Dr. Sainda MOHAMED, l'Incident Manager COVID-19 aux Comores soient remerciés pour l'opportunité de consultance qui a contribué à financer cette recherche doctorale.

Enfin, à madame chérie SONANGELO DIMANDJA Solange pour ses encouragements et son appui.

Considérations éthiques

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'une recherche doctorale dont le protocole a été approuvé par le Comité d'Ethique Médical de l'Université de Lubumbashi (UNILU) conformément à sa lettre N° UNILU/CEM/013/2020 du 24/10/2020 valable du 24/10/2020 au 23/10/2022.

Etant une étude rétrospective, nous avons obtenu les autorisations des autorités du ministère de la santé et des formations sanitaires, y compris de la Direction de Surveillance Epidémiologique, et de la Division Provinciale de la Santé pour l'exploitation des registres des malades, des fiches et des bases de données et listes linéaires disponibles. Nous avons anonymisé et traité de manière confidentielle les données complémentaires collectées lors de l'enquête de terrain.

Conflits d'intérêts

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

Contribution des auteurs : Tous ont contribué, lu et approuvé la version finale.

References:

1. Akpa, RG., Sossou, AR., Dossou, JD., Mongbo, V., & Massougbdji, A. (2008). The determinants of the low case fatality rate of the cholera epidemic in the Littoral department of Benin in 2008. *Santé Publique ; 2011/5 Vol. 23* pages 345 à 358. Accès : <https://www.cairn.info/revue-sante-publique-2011-5-page-345.htm>.
2. Ali, M., Nelson, AR., Lopez, AL., & Sack, DA. (2015). Updated global burden of Cholera in endemic countries. *PLoS Negl Trop Dis* 9(6): e0003832. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003832>:<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4455997>.

3. Bernard, PM., & Lapointe, C. (2003). Mesures Statistiques en épidémiologie *Presses de l'Université du Québec*, Canada 2003, p17, 314 Pages.
4. Bhuiyan, NA., Qadri, F., Faruque, AG., Malek, MA., Salam MA., Nato, F., Fournier JM., Chanteau, S., Sack, DA. & Balakrish, NG. (2020). Utilisation de bandelettes réactives pour le diagnostic rapide du choléra causé par *Vibrio cholerae* O1 et O139 à partir d'écouvillons rectaux. *Revue ASM Journal de microbiologie clinique*, Vol. 41, n° 8 ; 22 Décembre 2020. <https://doi.org/10.1128/JCM.41.8.3939-3941.2003>.
5. Bompangue, D., Giraudoux, P., Hand Schumacher, P., Piarroux, M., & Sudre, B. (2008). Lakes as source of cholera outbreaks, DRC. *Emerg Infect Dis* 2008; 14: 798-800.
6. Brault, N. (2017). Le concept de biais en épidémiologie. Philosophie. Université Sorbonne Paris Cité, 2017. *Français. FfNNT* : 2017USPCC229ff. [fftel-02167196v3](https://doi.org/10.1017/97810170167196v3).
8. Bureau du maire (1988). De la ville de Lubumbashi, Rapport annuel affaires intérieures, 1998, p.21.
9. Chenge, M., Van der Vennet, J., Porignon, D., Luboya, N., Kabila, I., & Criel, B. (2010).The health map of Lubumbashi, Democratic Republic of Congo. Part II: analysis of operational activities of health care facilities. *Glob HealthPromot.*2010 sept; 17 (3):75-83.
10. Cilundika, M.P., Muse, KE., Longombe, N L., Nkumba, IA., Mwelwa, MC., Katanga, M., Mukomena, SE., Mukalay, MA., Mashini, NG., & Luboya, NO. (2014). Facteurs de létalité du choléra á Lubumbashi dans la Province du Katanga, en République Démocratique du Congo. *Rev. méd. Gd. Lacs* 2014 ; 3(3) : 345-360.
11. Compaoré, P. (2001). Epidémie de choléra 2001 : situation épidémiologique,
12. Stratégies de lutte, perspectives. DRS-TNK/ Rapport synthèse épidémie Choléra. 2001.
13. Dan-Nwafor, CC., Ogbonna, U., Onyiah, P., Gidado, S., Adebobola, B., Nguku, P., & Nsubuga, P. (2019). A cholera outbreak in a rural north central Nigerian Community: an unmatched case-control study. *BMC Public Health* 19, 112 (2019). <https://doi.org/10.1186/s12889-018-6299-3>.
14. Division Provinciale de la Santé Haut-Katanga, Anonyme (2020). Plan de développement du district sanitaire de Lubumbashi de 2019 à 2020, RDC.

15. Dray, X., Dray-Spira, R., Mattera, D., Bougere, J. & Garnotel, E. (2002). Une épidémie de choléra à Djibouti (mai 2000 – janvier 2001). *Med Trop (Mars)*. 2002 ; 62(5) :497-502.
16. Dunoyer, E. (2013). Manuel Pratique :Eau, Assainissement et Hugiène dans la lutte contre le choléra. Action contre la Faim- International, 2013, 107p.
17. Hutin, Y., Luby, S., & Paquet, C. (2003). A large cholera outbreak in Kano City,
18. Nigeria: the importance of hand washing with soap and the danger of street-Vended water. *J Water Health*. 2003; 1(1):45–52.
19. Ibrahim, A. S., Mahamadou, D., Harouna, A., Souleymane, B., Issifou, D., Lamine, I. M., A., L., Eric, A., Joseph, A., & Saidou, M. (2019). Epidémies de Choléra en Afrique Sub-Saharienne : Revue documentaire de 2010 à 2016. *European Scientific Journal, ESJ*, 15 (24), 315. <https://doi.org/10.19044/esj.2019.v15n24p315>.
20. Ingelbeen, B., Hendricks, Miwanda, B., van der Sande, M., Mossoko, B., Vochten,
21. H., Riems, B., Nyakio J.P., Vanlerberghe, V., Lunguya, O., Jacobs, J., Boelaert, M., Kebela, IB., Bompangue, D., & Muyembe, JJ. (2019). Recurrent Cholera Outbreaks, Democratic Republic of the Congo, 2008–2017. *Emerging Infectious Diseases*; www.cdc.gov/eid; Vol. 25, No. 5, May 2019. Accès: DOI: <https://doi.org/10.3201/eid2505.18114>.
22. Jaureguiberry, S., Hentgen, V., Raholiniana, N., Rasolomahefa, D., & Belec, M. (2001). Le Choléra à Tamatave (Madagascar) février-juillet 2000 : Caractéristiques épidémiologiques. *Cahiers d'études et de recherches francophones / Santé*. Avril - Mai - Juin 2001, Volume 11, Numéro 2, 73-8.
23. Kyelem, CG., Bougouma, A., Sankardia, TR., Salou-Kagoné, IA., Sangaré, L. & Ouédraogo, R. (2011). Epidémie de choléra au Burkina Faso en 2005 : Aspects épidémiologiques et diagnostiques. *The Pan African Medical Journal*. 2011; 8:1.
24. Lipp, EK., Huq, A., & Colwell, RR. (2002). Effects of global climate on infectious disease: the cholera model. *Clin Microbiol Rev*. 2002; 15(4):757–70.
25. Makoutodé, M., Diallo, F., Mongbo, V., Guévert, E., & Bazira, L. (2010). La riposte à l'épidémie de choléra de 2008 à Cotonou (Bénin). *Santé Publique* 2010/4. Vol. 22. Pp. 425-435.
26. McCrickard, LS., Massay, AE., Narra, R., Mghamba, J., Mohamed, AA., Kishimba, R.S., Urrio, LJ., Rusibayamila, N., Magembe, G., Bakari, M., Gibson, JJ., Eidex, RB., & Quick, RE. (2017). Cholera Mortality during Urban Epidemic, Dar es Salaam, Tanzania. August 16, 2015–January 16, 2016. *Emerging Infectious Diseases* •

- www.cdc.gov/eid • Vol. 23, Supplement to December 2017. Accès: DOI: <https://doi.org/10.3201/eid2313.170529>.
27. Morillon, M., De Pina, J.J., Husser, J.A., Baudet, J.M., Bertherat, E., & Martet, G. (1988). Djibouti, history of 2 epidemics of cholera: 1993-1994. *Bull Soc Pathol Exot* 1998;
 28. Ndié, J., Bayoro, I., Takoukam, I., & Wina, P. (2016). Étude Des Aspects Épidémiologiques Du Choléra Dans Le District De Santé De Tcholliré (Nord Cameroun). *European Scientific Journal May 2016 edition vol.12, No.15 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 743. doi:10.19044/esj.2016.v12n15p278.URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n15p278*
 29. Ndour, C.T., Manga, N.M., Ká, R., Dia-Badiane, N.M., Fortez, L., Seydi, M., Soumaré, M., Sow, A.I., Diop, B.M. & Sow, P.S. (2006). L'épidémie de Choléra de 2004 à Dakar : aspects épidémiologiques, cliniques et thérapeutiques. *Med Trop (Mars)*. 2006 fév. 66 (1) : 33-8. Français. PMID : 16615613.
 30. Okenge, N.L. (2020). Cours de Recherche, Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kinshasa, Université de Mbuji-Mayi, DRC, année Académique.2019-2020.
 31. Organisation mondiale de la Santé (2006). Flambées de choléra : évaluation des mesures mises en œuvre en cas de flambée et amélioration de la préparation. Genève 2006 : 87p.
 32. Paraiso, M.N., Adekpedjou, R., Flénon, J. & Makoutodé, M. (2015). Factors associated to populations' behaviour towards cholera in Cotonou (Benin). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9(2): 710-722, 2015. ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print). DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i2.12>.
 33. Pietroni, M. (2019). Case management of Cholera, Dhaka, Bangladesh, 2019. *Vaccine* 3, Volume 38, Supplément 1, 29 février 2020, Pages A105-A109
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. Accès : <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2019.09.098>
 34. Pinfold, J.V., & Horan, N.J. (1996). Measuring the effect of a hygiene behaviour
 35. Intervention by indicators of behaviour and diarrhoeal disease. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 1996; 90:366–71.
 36. PMSEC (2018-2022). Ministère de la Santé Publique Hygiène et Prévention, RDC,
 37. Plan Multisectoriel d'Élimination de choléra 2018-2022 recadré en RDC. Accès en ligne : <https://eskinshasa.net/plan-stratégique/> consulté le 16 Février 2022.

38. Senoumantin Legba, Yabi, Ibouaïma, Thierry Azonhe & Osseni Abdel Aziz. (2017). Analyse Des Déterminants Du Choléra Dans La Ville De Djougou Au Bénin. *European Scientific Journal*. 13. 10.19044/esj.2017.v13n18p171.
39. Shahid, N.S., Greenough, W.B., Samadi, A.R., Huq, M.I., & Rahman, N. (1996). Hand washing with soap reduces diarrhoea and spread of bacterial pathogens in a Bangladesh village. *J Diarrhoeal Dis Res*. 1996; 14:85–9.
40. Tanon, A.K., Eholie, S.P., Ehui, E., Coulibaly-Dacoury, C., Kra, O., Kacou- N'douba, A., Ekra, D, Kakou, A., Bissagnene, E., & Kadio, A. (2004). Epidémie de choléra au CHU de Treichville (Abidjan) en 2001 : aspects épidémiologiques, cliniques et thérapeutiques. *Med Afr Noire 2004* ; 51 (11) 559-566.
41. Tauxe, R.V., Mintz, E.D., & Quick, R.E. (1995). Epidemic cholera in the new world: translating field epidemiology into new prevention strategies. *Emerg Infect Dis*. 1995; 1:141–146.
42. Traore, F., Konare, M.A., Sossou, S., Andrianisa, H.A., & Samakea, Y. (2021). Contribution A L'amélioration De L'accès A L'eau, L'hygiène Et L'assainissement Dans La Commune Rurale De Zan Coulibaly Au Mali. *European Scientific Journal*, ESJ, 17(40), 196. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n40p196>.
43. Tubaya, D. (2007). Etude des facteurs de risques du choléra, Université de Lubumbashi. Mémoire de diplôme d'études approfondies en santé publique, option épidémiologie et médecine préventive, 2007. Accès en ligne en date du 15 Octobre 2021.
44. Yav Zeng, D. (2008). Le développement de l'économie informelle, son apport et ses conséquences sur l'économie formelle, université de Lubumbashi, République démocratique du Congo. Mémoire de Licence, 2008. Online, consulté le 28 Août 2021.