



## Impacts de la Covid – 19 sur le transport routier voyageur à Bamako

Lassina TOGOLA<sup>1</sup>, Ousmane Mamadou TOGOLA<sup>2</sup>, Ousmane DOUMBIA<sup>3</sup>, Danseni SAMAKE<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Enseignant- chercheur à l'Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako (USSGB)

<sup>2</sup> Enseignant- chercheur à l'Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako (USSGB)

<sup>3</sup> Enseignant -chercheur à l'Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako (USSGB)

<sup>4</sup> Enseignant- chercheur à l'Ecole Supérieure des Métiers du Commerce et de la Gestion (ECOSUP)

**Résumé :** La covid-19 est une maladie infectieuse mortelle qui peut se propager d'une personne à l'autre. Les passagers du transport routier sont exposés au risque d'infection. L'objectif de cette étude est d'analyser les impacts de la pandémie à coronavirus appelée covid-19 sur les compagnies de transport routier voyageur dans la ville de Bamako. L'approche méthodologique est basée sur la revue de littérature des thèses de Doctorat, des articles scientifiques, des rapports d'activités, des mémoires universitaires et des sites Internet. Une étude quantitative a été faite sur la base de 80 personnes enquêtées auprès des compagnies de transport routier voyageur. Une étude qualitative menée à l'aide d'un guide d'entretien auprès de 11 personnes a permis de vérifier les résultats de l'étude quantitative. Les résultats montrent que les compagnies de transport routier voyageur dans la ville de Bamako ont été impactées par les effets de la covid-19. 63% de compagnies de transport routier voyageur ont assisté à une diminution de leur recette. 20% ont indiqué la réduction de la demande de transport routier voyageur. 80% des compagnies de transport routier voyageur du District de Bamako n'ont pas bénéficié d'assistance matérielle et financière auprès des autorités publiques. Elles ont fait recours à leurs fonds propres pour l'achat des équipements sanitaires en vue d'atténuer les effets de la crise sanitaire.

**Mots-clés :** Covid-19 ; impacts ; transport routier ; voyageur ; Bamako.

**Digital Object Identifier (DOI):** <https://doi.org/10.5281/zenodo.10997466>

**Published in:** Volume 3 Issue 2



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

### 1. Introduction

L'humanité, au cours de son histoire a été confrontée à des crises sanitaires très graves qui ont entraîné de nombreuses pertes en vie humaine. Parmi lesquelles, nous ne pouvons citer que : l'épidémie de choléra entre de 1899 à 1923. Le Syndrome Respiratoire Aigu Sévère, qui a fait de ravage en Asie, au Canada de 2002 à 2003 et l'épidémie d'Ebola qui a causé de milliers de

morts en Afrique centrale et particulièrement en République Démocratique du Congo. L'épidémie à coronavirus est venue allonger la liste des crises sanitaires qui ont secoué l'existence humaine (Ennaji et Jaad, 2020).

En décembre 2019, à la grande surprise de tous, le monde a été profondément touché par le nouveau coronavirus appelé la covid-19. Ce virus a été signalé pour la première fois dans la ville de Wuhan, en République Populaire de Chine. Ce virus pandémique a affecté à la fois les activités économiques, sociales, culturelles à l'échelle mondiale (Shanmuga et al., 2021). En effet, cette crise sanitaire a mis à l'évidence l'incapacité du monde à offrir une assistance sanitaire, en termes de vaccins, de médicaments et d'infrastructures adéquates pour atténuer les effets pervers de la nouvelle crise sanitaire. L'humanité a assisté au bouleversement spectaculaire de tout son tissu économique, social, environnemental et sanitaire.

La pandémie de la covid-19 a touché le monde de manière différente et elle a également affecté de façon variée les différents secteurs d'activités. Le domaine du transport a été en particulier profondément touché par la pandémie à coronavirus. Les restrictions de voyager, les confinements et les préoccupations liées à la santé ont entraîné une diminution drastique du nombre de vols internationaux et une réduction des déplacements en masse. Cette mesure a provoqué la fermeture totale de certains aéroports et des interruptions dans la chaîne d'approvisionnement mondiale. Le transport routier voyageur a été également touché avec des limitations de déplacements et des perturbations dans les réseaux de transport en commun. Ces changements ont eu des répercussions économiques importantes sur l'industrie du transport routier voyageur (Rapport Organisation Mondiale de la Santé, 2023).

Pendant la crise sanitaire de la Covid-19, le secteur du transport routier voyageur dans la ville de Bamako a subi des impacts économiques très importants. Ces impacts sont liés aux mesures de confinements qui ont amené l'arrêt partiel de certaines activités commerciales, touristiques, culturelles et sportives ainsi que la fermeture des écoles. Ces impacts négatifs ont entraîné une perte importante au niveau des compagnies de transport routier voyageur qui assurent le déplacement des personnes et leurs biens dans la ville de Bamako.

Après l'introduction, le reste de l'article sera structuré en quatre parties. La première partie mettra en exergue la revue de la littérature. La deuxième partie traitera le cadre méthodologique. Dans les troisième et quatrième parties, nous présenterons et interprèterons les résultats et la discussion. Enfin, nous terminerons l'article par une conclusion.

## **2. Revue de la littérature**

L'histoire a toujours montré que les crises sont récurrentes pour mettre fin à des années de prospérité. Tout comme les autres crises économiques et sanitaires, la pandémie à coronavirus a ruiné la croissance de toutes les économies du monde. Ainsi, la covid-19 est rapidement passée d'une crise sanitaire à une crise économique (Mahdaoui et Amri, 2022).

Les postes de contrôles se multiplièrent sur les axes routiers et aux différentes frontières pour le suivi et le respect des mesures barrières dans les cars. Ce contrôle nouveau avait créé une frustration entre les passagers et les agents de contrôles. On a constaté un phénomène nouveau dans les gares routières. Les véhicules de transport se sont immobilisés, autrement

dit, cloués au sol. L'instauration du couvre-feu avait aussi limité des temps de voyage, car, certains départs se faisaient au-delà de 22 heures à 23 heures, lorsqu'il était interdit aux gens de sortir au-delà du 21 heures. Les mesures sanitaires ont aggravé la souffrance des prestataires et des acteurs du transport routier à la fois des voyageurs et des compagnies de transport (Koné, 2020). Pour atténuer l'impact de la crise, les autorités publiques de plusieurs pays ont adopté des mesures pour stopper la propagation de l'épidémie. Cette mesure avait impacté sérieusement le transport de façon générale et en particulier, le transport routier voyageur. Or, le transport routier voyageur permet d'établir une liaison entre les producteurs et les consommateurs dans les grandes villes (Mostafa, 2023). Selon (Soltani et al., 2023), la rapide propagation du virus a poussé tous les pays du monde à prendre des mesures pour minimiser la propagation de la pandémie à coronavirus. Ces mesures ont eu des impacts sur l'activité économique en général et en particulier, dans le secteur du transport routier voyageur. Ces impacts se sont souvent traduits par la fermeture de certains marchés comme l'hôtellerie, la restauration, le transport, etc. Ainsi, on a assisté à des pertes colossales à cause des mesures du confinement. L'économie était incapable de satisfaire toutes les demandes en biens et services, parce que, les mesures prises empêchaient les salariés de se rendre à leurs lieux de travail. En effet, ce choc de la demande et d'offre a fait rentrer l'économie dans une période de récession.

Une étude menée par (Shanmuga et al., 2021) a indiqué lors d'une analyse comparative entre pré-covid et la situation pendant la pandémie, ont révélé certes que pendant la covid -19, la pollution des gaz à effet de serre était considérablement réduite, et que les différents modes de transport qu'ils soient : routier, maritime, aérien ont baissé leurs activités qui produisaient des fumées. La période du confinement a été bénéfique pour l'environnement dans le cadre de la mobilité. Des petites distances sont parcourues à pied. Certains moyens de transports moins polluants pour un environnement durable sont préconisés pour la diversification vers d'autres moyens de transports. Dans la même logique, des études réalisées par des chercheurs comme (Djolar et Lombard, 2022) au Togo sur la mobilité internationale avec la méthode qualitative, ont obtenu des résultats très négatifs de la covid-19 sur le transport routier voyageur. Le constat s'avère de l'apparition de plusieurs postes de contrôles sécuritaires, dans l'espace communautaire déjà règlementé par les Etats membres de la même communauté pour la libre circulation des personnes et de leurs biens. Le contrôle de l'effectivité des mesures de prévention et de protection du coronavirus sur les axes routiers, avait donné naissance à des tractations entre les passagers et les forces de l'ordre au niveau des postes de contrôle. Une étude de SSATP sur la mobilité urbaine et la covid-19 en Afrique (2020) a montré que la plupart des usagers des transports publics africains utilisent le transport adapté. Bien que des mesures de protection similaires aient été mises en place, l'intensité des mesures prises par les opérateurs de transport adapté varie d'une ville africaine à l'autre. Alors que la plupart des villes africaines ont rendu obligatoire le port du masque facial dans les transports publics para-collectifs, d'autres mesures préventives vont de la limitation du nombre maximum de passagers par minibus ou taxi collectif au nettoyage des stations et des véhicules, en passant par le nettoyage des mains avant l'embarquement et le port du masque facial. À Nairobi, les matatus de 14 places ont reçu pour instruction de limiter l'occupation à une capacité nominale maximale de 60 % un maximum de 8 passagers pour les véhicules de 14 places, 15 pour les véhicules de 25 places et 15 pour les véhicules de 30 places et plus. À Monrovia, le nombre de personnes sur la banquette arrière d'un taxi collectif (le principal mode de transport) est passé de quatre à trois passagers. D'autres villes, comme Kumasi, encouragent les usagers à

réduire le nombre de conversations dans les transports publics afin de minimiser les émissions d'aérosols, et à monter à bord des véhicules à partir des terminaux afin d'avoir accès à des kits de lavage des mains. La ville de Harare a mis en place des mesures strictes, en arrêtant le transport adapté pour assurer la sécurité des passagers. Ces mesures préventives ont un impact sur les résultats des opérateurs de transport adapté ; cependant, il est difficile de les contrôler et de les quantifier.

Pour y parvenir aux résultats, nous avons formulé l'hypothèse de recherche qui a été établie sur la base de la revue de la littérature. Cette hypothèse de recherche est la suivante : la pandémie covid-19 a des impacts sur le transport routier voyageur dans la ville de Bamako, à savoir : la diminution des recettes, la perte d'emploi, la réduction de la demande de transport, etc.

### 3. Cadre méthodologique

Dans notre étude, nous avons adopté la démarche hypothético-déductive selon le paradigme positiviste. Cette démarche nous a permis de formuler l'hypothèse de recherche que nous allons vérifier dans le cadre d'une étude empirique.

L'élaboration de cet article a nécessité la lecture et l'analyse des ouvrages, des rapports d'activités, des thèses de Doctorat, des articles scientifiques, des mémoires universitaires. Les sites Internet ont été également exploités. Pour les enquêtes de terrain, nous avons choisi la méthode mixte, car, elle nous apporte des informations à la fois quantitatives et qualitatives. Des questionnaires préalablement élaborés ont été administrés à 80 agents des compagnies de transport routier voyageur selon les techniques du choix raisonné, pour avoir des données quantitatives descriptives. Les données collectées ont été codifiées, traitées et analysées à l'aide des logiciels SPSS et Excel. Le guide d'entretien a été conçu pour les personnes ressources. Pour cela, nous avons fait un entretien semi-directif avec 7 directeurs des compagnies de transport routier voyageur, 2 agents de la police de la Compagnie de Circulation Routière, 2 agents de la Direction Générale des Transports. L'exploitation des différents documents ainsi que les résultats obtenus au cours des enquêtes auprès des acteurs concernés, ont permis d'analyser l'impact de la pandémie de Covid-19 sur le transport routier voyageur dans le District de Bamako (tableau).

**Tableau : enquêtés auprès des compagnies de transport routier voyageur à Bamako**

Enquêtés	Effectifs	Pourcentage (en %)
Convoyeurs	6	7,5
Coxeurs	5	6,25
Chauffeurs	40	50
Apprentis-chauffeurs	12	15
Bagagistes	8	10
Syndicalistes	4	5
Caissiers	5	6,25
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>100</b>

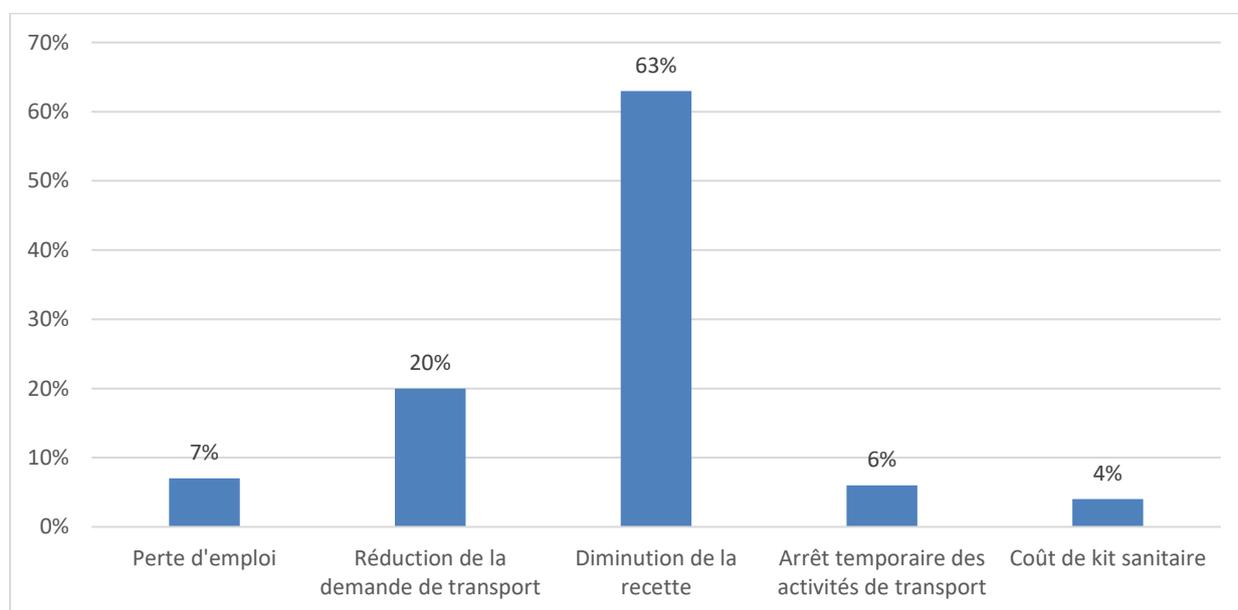
**Source : auteurs, 2022**

## 4. Résultats et discussions

### 4.1 Impacts de la covid-19 sur le transport routier à Bamako

La pandémie covid-19 a eu un impact significatif sur le transport routier voyageur à Bamako. La situation pandémique a poussé les autorités maliennes à mettre en place des mesures de restrictions de déplacements dans toutes les villes maliennes et en particulier, dans la ville de Bamako. Les mesures édictées par les autorités publiques pour lutter contre la propagation de la covid-19 ont varié d'un secteur d'activités à un autre. Elles sont généralement conçues pour réduire les contacts entre les individus et minimiser la transmission du virus. Les compagnies de transport routier voyageur dans le District de Bamako ont été confrontées à des défis financiers en raison de la diminution de la demande et des coûts opérationnels associés aux mesures de sécurité sanitaire (figure 1).

**Figure 1 : avis des enquêtés sur les effets de la pandémie covid-19 sur le transport routier voyageur à Bamako**



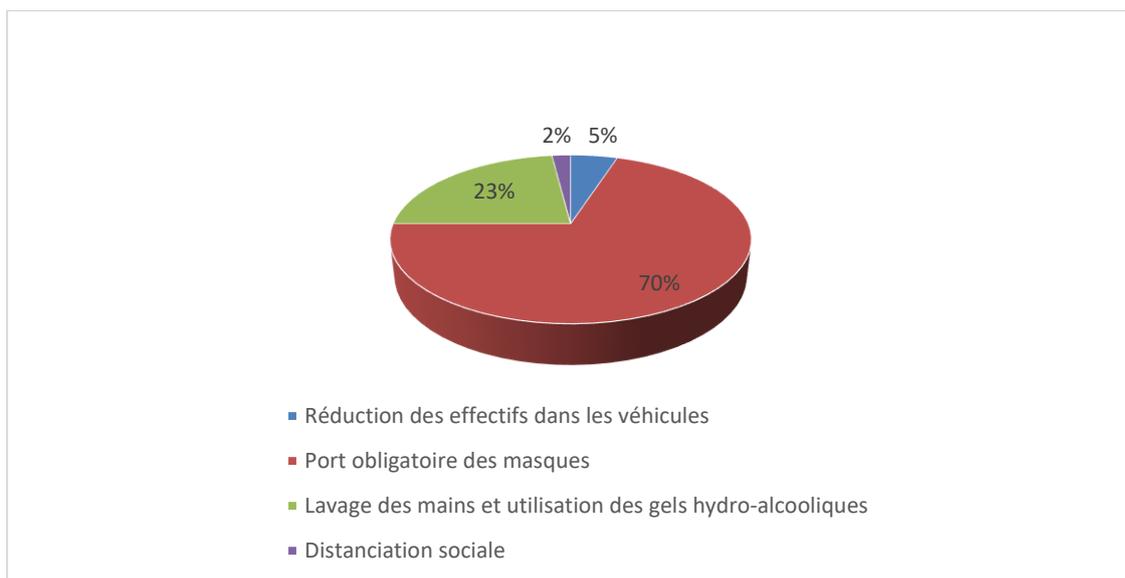
Source : auteurs, 2022

L'analyse de la figure 1 a montré que 63% des compagnies de transport routier voyageur ont vu une diminution de leur recette journalière. 20% des compagnies de transport routier voyageur ont indiqué la réduction de la demande de leurs services de transport voyageur. 6% des compagnies ont assisté à l'arrêt temporaire de leurs prestations des services de transport voyageur pour minimiser les propagations de la covid-19. Seulement, 4% des enquêtés ont été confrontés à des difficultés des coûts de kit sanitaire et 7% des pertes d'emploi dans le secteur de transport routier voyageur pendant la pandémie. Selon S. K. et B. D. tous deux directeurs de société de transport routier, « la crise sanitaire a paniqué tout le monde et cela a provoqué une diminution des clients et des recettes. C'était une période de mauvais souvenir pour le transport routier voyageur à Bamako ». Selon T. C, directeur de compagnie de transport routier, « la pandémie a causé une diminution des gains de transport due à une absence des clients. Par ailleurs, nous avons également une augmentation de nos charges

*pour l'acquisition des dispositifs et des équipements sanitaires ». A. D, agent de la Direction Générale des Transports a indiqué que : « les compagnies ont enregistré des pertes économiques. Leurs recettes sont devenues faibles à cause du manque de passagers. La crise a également eu un effet sur le temps de départs des véhicules qui étaient devenus plus longs pendant la covid-19. Les mesures de restrictions sanitaires ont également obligé à mettre en place une rotation du personnel pour pouvoir poursuivre leurs activités en évitant les contaminations ».*

#### **4.2. Mesures de protection adoptées par les compagnies de transport routier voyageur pendant la covid-19 à Bamako**

**Figure 2 : avis des enquêtés sur les mesures adoptées par les compagnies de transport routier voyageur pendant la covid-19 à Bamako**



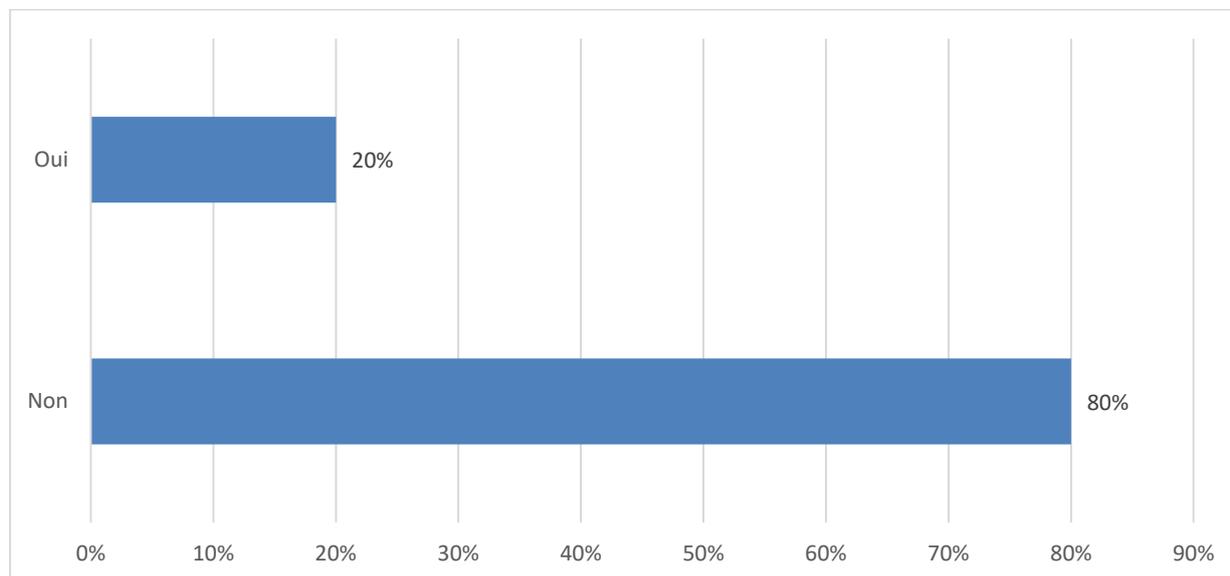
**Source : auteurs, 2022**

L'analyse de la figure 2 montre que les compagnies de transport routier voyageur dans la ville de Bamako ont adopté des mesures pour atténuer l'impact de la pandémie covid-19. 70% des enquêtes ont indiqué le port obligatoire des masques par les passagers. 23% des enquêtes ont confirmé le lavage obligatoire des mains et l'utilisation des gels hydro-alcooliques. Seulement, 5% et 2% ont évoqué la réduction de l'effectif dans les véhicules et la distanciation sociale.

O. T. et M. T, transporteurs à Bamako ont indiqué que : « les mesures n'ont pas été suivies à cent pour cent, car, tous les passagers ne respectaient pas les mesures de distanciation sociale, l'interdiction de regroupement de plus 10 personnes dans les gares de transport routier voyageur et cela, malgré nos efforts. Ils ont montré que les passagers suivaient à la lettre des mesures de protection comme le port des masques, l'usage des gels hydro-alcooliques, le respect du couvre-feu instauré par les autorités publiques ».

### 4.3. Accompagnement des sociétés de transport routier voyageur par les autorités publiques pendant la covid-19

**Figure 3 : avis des enquêtés dans les compagnies de transport routier voyageur sur l'accompagnement des autorités publiques pendant la covid-19 à Bamako**



**Source : auteurs, 2022**

L'analyse de la figure 3 montre que 80% des compagnies de transport routier voyageur dans le District de Bamako pendant la covid-19 n'ont pas bénéficié d'aide financière et matérielle des pouvoirs publics. Pour pouvoir suivre leurs activités, elles ont fait recours à leurs propres moyens pour faire face à la crise sanitaire, liée à la covid-19. Seulement, 20% des sociétés de transport routier voyageur ont déclaré avoir bénéficié des aides en équipements et en matériels sanitaires de la part des autorités publiques et de certaines Organisations Non Gouvernementales pour atténuer les impacts de la crise sanitaire.

### 4.4. Discussion des résultats

Les résultats de notre étude ont montré que les compagnies de transport routier voyageur dans la ville de Bamako ont été impactées par les effets de la covid-19. 63% des compagnies de transport routier voyageur ont assisté à une diminution de leur recette. 20% ont indiqué une diminution de la demande de transport routier voyageur. 80% des compagnies de transport routier voyageur du District de Bamako n'ont pas bénéficié d'assistance matérielle et financière auprès des autorités publiques. Elles ont recouru à leurs fonds propres pour l'achat des équipements sanitaires en vue d'atténuer les effets de la crise sanitaire. Les résultats de (Samaké, 2023) abordent dans le même sens que le transport routier voyageur dans la ville de Bamako était confronté à une diminution de la demande de transport, une interruption temporaire de leur activité. Cela a entraîné une diminution de leur recette. On retrouve ce même constat dans le rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé (2020), œuvre pour la santé dans les Transports Urbains et la Mobilité dans le contexte de la covid-19. Une étude menée par SSATP (2020) a montré la réduction de la demande de transports publics. Les

viles ont observé une baisse de la demande de transports publics dès que les gouvernements ont mis en place des mesures pour réduire la circulation des personnes (fermetures, télétravail et couvre-feu) et que les gens ont choisi d'éviter le risque de contagion dans les transports publics. À Abidjan, on estime que la fréquentation des transports publics a diminué de 50 % au plus fort des restrictions, dont 20 % en raison des limites d'occupation et 30 % en raison de la réduction de la demande liée aux fermetures et au couvre-feu. Les déplacements vers les stations de transport public des villes africaines ont diminué de 40 % en moyenne depuis le début de la pandémie. Le changement dans l'accès aux transports publics est plus notable dans des pays comme l'Afrique du Sud et le Zimbabwe, où le nombre de déplacements a diminué de 80 % grâce à la mise en place de nouvelles restrictions de circulation. Des pays tels que la Tanzanie et la Zambie ont connu une réduction d'environ 20 % des déplacements.

Les études de Djolar et Lombard (2022) ont montré que la crise du coronavirus s'est traduite par le bouleversement de l'activité humaine et sociale à l'échelle individuelle est de chaque pays. Au Togo, les circulations de personnes et de biens ont été durement éprouvées par les mesures adoptées pour contrer la propagation de la pandémie covid-19. La fermeture des frontières aériennes et terrestres à partir du 20 mars 2020, les restrictions de déplacement des populations, à l'intérieur comme à l'extérieur du pays, le bouclage de pans entiers de territoires, la limitation de la capacité d'embarquement des camions et des véhicules de transport en commun ont ralenti les échanges et fait peser d'énormes contraintes sur les activités socio-économiques. La crise est d'autant plus rude qu'elle survient dans un contexte, où, la circulation des personnes et des biens est confrontée à de nombreux obstacles : réseau routier insuffisant et de mauvaise qualité, contrôles intempestifs, taxes illicites et abusives. La survenue de la Covid-19 a accentué les contraintes et a engendré des conséquences négatives pour l'activité de transport international, en raison notamment, de la fermeture des frontières et du renforcement des contrôles sur les grands axes routiers. Les opérateurs de transport sont avant tout des exploitants individuels et des entreprises de petite taille qui ne disposent pas de l'épargne leur permettant de faire face aux crises récurrentes.

Par ailleurs, les études de Hoai et Poinsot (2024). Crise de la Covid-19 et Transports Collectifs Urbains en France : quels effets à court, moyen et long terme sur l'offre et leur financement ? Dans cette étude, les auteurs ont indiqué que la crise sanitaire Covid-19 a affecté le fonctionnement des Transports en Commun Urbains par des contraintes en matière d'adaptation de l'offre, rendues nécessaires du fait des restrictions de déplacements et des limitations de l'activité économique pendant les périodes de confinement. Ainsi, cette crise s'est traduite en premier lieu par une baisse des ressources contribuant au financement des Transports en Commun Urbains, de l'ordre de 30% pour les recettes tarifaires en moyenne en 2020.

## **5. Conclusion**

L'objectif de notre étude était d'analyser l'impact de la pandémie covid-19 sur le transport routier voyageur dans le District de Bamako. Pour y parvenir, d'abord, nous avons mis en exergue la revue des écrits sur les impacts de la pandémie covid-19 sur le transport routier voyageur. Ensuite, nous avons orienté notre réflexion sur la méthodologie basée sur

l'approche mixte et la revue documentaire. Par suite, les résultats de l'étude ont montré que les compagnies de transport routier voyageur dans la ville de Bamako ont été impactées par les effets de la covid-19. Les compagnies de transport routier voyageur ont assisté à une diminution de leur recette et la réduction de la demande de transport routier voyageur. Les sociétés de transport routier voyageur du District de Bamako n'ont pas bénéficié d'assistance matérielle et financière auprès des autorités publiques. Elles ont recouru à leurs fonds propres pour l'achat des équipements sanitaires pour atténuer les effets de la crise sanitaire.

Les principales limites de la recherche demeurent la non analyse des coûts de l'impact de la pandémie covid-19 sur le transport routier voyageur dans la ville de Bamako. L'étude a permis de cerner les impacts de la covid-19 sur le transport routier voyageur dans le District de Bamako.

En termes de perspective, il s'agira pour nous d'orienter notre réflexion sur le relancement des activités de transport routier voyageur post covid-19 dans le District de Bamako.

### **Bibliographie**

- [1] Djolar, K., et Lombard, J. (2022). Les circulations transnationales au Togo au temps de la Covid-19 Réinvention des pratiques de transport face à la contrainte, éditeur université internationale de Rabat, dans l'Afrique en mouvement 2022/1(N° 4), pp : 32 - 43.
- [2] Ennaji, H., et Jaad, M. (2020). L'impact de coronavirus sur la chaîne d'approvisionnement marocaine. Revue Française d'Economie et de Gestion, volume 1 N°5, pp : 31- 47.
- [3] Hoai, T., et Poinot, P. (2024). Crise de la Covid-19 et Transports Collectifs Urbains en France : quels effets à court, moyen et long terme sur l'offre et leur financement ? <https://hal.science/hal-04521269>.
- [4] Koné, A. (2020). Covid-19 la détresse du secteur des transports au Mali. Bamako: Centre de Recherche Analyse Politique Economique et Sociale (CRAPES).
- [5] Mahdaoui, H., et Amri, S. (2022). Impacts de la crise sanitaire covid-19 sur le transport aérien : cas du groupe Air France-KLM, Journal of Contemporary Business and Economic Studies, vol (05) N° (3) (2022).
- [6] Mostafa, N. (2023). Impacts de Covid-19 sur les secteurs des transports, économiques et sociaux au niveau. Revue Espace Géographique et Société Marocaine, pp : 1- 35.
- [7] Rapport Banque Mondiale et le Programme de Politiques de Transport en Afrique sur la covid-19 et les transports publics en Afrique (2020).
- [8] Rapport OMS (Organisation Mondiale de la Santé) (2020). Œuvre pour la santé dans les transports urbains et la mobilité dans le contexte de la covid -19.
- [9] Rapport SSAPT (Programme de Politiques de Transport en Afrique) (2020). Mobilité urbaine et covid-19 en Afrique.
- [10] Samaké, D. (2023). Analyse de l'impact de la covid-19 sur le transport routier voyageur dans une ville : cas de Bamako, mémoire universitaire, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako.
- [11] Shanmuga, S., et al. (2021). Une perspective de l'impact de la covid-19 sur l'économie mondiale, l'énergie et l'environnement. Revue internationale d'ingénierie durable, 14(6), pp : 1290-1305.
- [12] Soltani, A., et al. (2023). Post covid-19 transformation in the frequency and location of traffic crashes involving older Adult, Journal of the Transportation Research Board, pp : 1-19.