



## **MOBILITE URBAINE ET QUALITE DE L’AIR A BAMAKO**

**Bakary DAGNO**

Docteur en Contrôle et Protection de l’Environnement

**Mamadou COULIBALY**

Institut de Pédagogie Universitaire (IPU) de Bamako-Mali,

**Mahamadou CISSE**

Docteur en Développement local

**Souleymane DEMBELE**

Docteur en Planification-Gestion du Développement Territorial et Local

**Moussa Keiffing KANTE**

Maitre de Conférences

Professeur à l’Ecole Normale Supérieure (ENSup) de Bamako,

*This is an open access article under the [CC BY-NC-ND](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) license.*



---

**Abstract:** L’étude s’intitule : « Mobilité urbaine et qualité de l’air à Bamako » vise à étudier les impacts de la mobilité urbaine sur la qualité de l’air à Bamako. L’approche méthodologique a consisté à faire la recherche documentaire et à adopter la méthode mixte. L’échantillonnage aléatoire simple a été utilisé. Ainsi 150 personnes ont été choisies. Les logiciels SPSS, Excel et World ont été utilisés. Les résultats ont révélé que le moyen de déplacement le plus utilisé est la moto (30 %), suivi de Transport en Commun (TC) (23,33%)

---

et la Voiture Personnelle (VP) (11,33%). Actuellement rare, d'un quartier à un autre les gens se déplacent à vélo ou à pieds. Sur les 150 véhicules échantillonnés, 88,07% ont 16 ans et plus ; 55,3% utilisent le gasoil. Les 95,45% des TC utilisent le gasoil tandis que plus 61,32% des VP utilisent l'essence. Les 74,7% des enquêtés ont affirmé que la qualité du carburant impacte négativement la qualité de l'air. La mobilité urbaine entraîne l'émission des polluants tels que le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote, les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2.5</sub> qui impactent négativement la qualité de l'air à Bamako.

**Keywords:** mobilité ; urbaine ; qualité de l'air ; Bamako

**Digital Object Identifier (DOI):** <https://doi.org/10.5281/zenodo.11281755>

---

## 1. Introduction

Depuis de nombreuses décennies les grandes villes d'Afrique sub-saharienne connaissent une croissance urbaine galopante et soutenue, accompagnée par une motorisation en progression, un parc automobile (ancien) vétuste, des carburants de piètre qualité et un faible investissement dans la gestion de la circulation<sup>1</sup>. Ainsi, dans un but de développement économique des territoires, les pouvoirs publics sont amenés, en France, à favoriser le des individus pour leur donner le moyen d'accéder au marché du travail et à un ensemble de ressources et de services. Toutefois, il est également nécessaire de réguler les problèmes liés à l'auto-mobilité et aux nuisances environnementales qui lui sont inhérentes<sup>2</sup>. Le rythme accéléré de la croissance urbaine à Bamako s'est traduit par un épuisement de ses réserves foncières. De ce fait, les regards sont tournés vers les terres des communes environnantes pour la réalisation des projets de développement. Dans ce contexte d'urbanisation rapide, et l'assainissement sont restés pauvres de la gestion de la ville demeure problématique avec des investissements qui n'ont jamais pu n'arrive pas à résoudre le problème<sup>3</sup>. Le transport routier a un impact sur

---

<sup>1</sup> Banque Mondiale, (2003). L'initiative sur la qualité de l'air en Afrique sub-saharienne 1998 – 2002, N°11, 82 p.

<sup>2</sup> GOBERT J., (2013). Mobilité et lutte contre la pollution atmosphérique : la difficile conciliation des exigences environnementales et de l'équité sociale dans l'instauration d'une zone à basse émission, Cahiers de géographie du Québec, volume 57, numéro 161, 20 p.

<sup>3</sup> Ministère des Affaires Foncières de l'Urbanisme et de l'Habitat, (2021). Cadre de gestion environnementale et sociale, 215 p.

l'environnement en général et sur la qualité de l'air en particulier. Le Programme des Politiques de Transports en Afrique dira que la croissance des villes comme a exacerbé les problèmes d'accès aux services urbains. La ville de Bamako, en particulier, connaît des problèmes endémiques qui caractérisent les capitales d'Afrique de l'Ouest : développement de quartiers précaires, manque d'infrastructures de réseau, difficultés à gérer les services urbains, etc. La forte croissance démographique constatée au niveau national se ressent aussi à Bamako<sup>4</sup>. Bamako est le plus grand pôle de développement économique du Mali. La ville regroupe toutes les activités économiques du pays : primaire (6%), secondaire (20%), tertiaire (60%) et un secteur non structuré<sup>5</sup>. Elle joue un rôle de premier plan dans l'industrialisation du Mali. Il regroupe 70 % des entreprises industrielles du pays<sup>6</sup>. Au regard de tout ceux-ci, la ville de Bamako est un lieu de consommation et de circulation des marchandises par excellence et cumule toutes les fonctions tertiaires du pays : politiques, administratives et économiques<sup>7</sup>. Dans le District de Bamako, le nombre de déplacements journaliers est estimé à environ 2 000 000, dont 1 500 000 offerts par les différents moyens de transports, et les déplacements piétons sont estimés à environ 500 000 par jour<sup>8</sup>.

La structure urbaine de Bamako est mono-centrique ce qui génère une forte proportion de déplacements quotidiens: les habitants des quartiers résidentiels situés à la périphérie se déplacent le matin vers le centre-ville où se trouvent la plupart des emplois et des services urbains. Le soir, les flux se font à l'inverse (Banque Mondiale, 2018). La mobilité urbaine désigne l'ensemble des déplacements générés quotidiennement par les habitants d'une ville, ainsi que les modalités et conditions associées à ces déplacements (modes de transport choisis, durée du trajet, temps passé dans les transports, etc.)<sup>9</sup>. Quant à la Mairie du District de Bamako (février 2010), elle définit la mobilité comme la capacité se déplacer d'un endroit à un autre à partir des moyens de transport que l'homme a mis au point pour faciliter ces déplacements, y

---

<sup>4</sup> BODART, O., (2020). Mobilité dans les villes et pollution de l'air : l'équation insoluble ?, 31p.

<sup>5</sup> DICKO A, (2021). La logistique urbaine dans les grandes métropoles d'Afrique subsaharienne : cas de la ville de Bamako, 17 p.

<sup>6</sup> Idem

<sup>7</sup> Idem

<sup>8</sup> Idem

<sup>9</sup> BENCHMARK INTERNATIONAL, (2020). Nouvelles mobilités et infrastructures routières, 237 p.

compris la marche à pied<sup>10</sup>. La mobilité conditionne le développement économique et social des personnes et des territoires<sup>11</sup>. En ce sens, elle peut être génératrice d'inégalités sociales importantes : la compréhension et la maîtrise des flux et de la mobilité représentent ainsi un enjeu de cohésion sociale et d'intégration urbaine alors que la capitale connaît un étalement urbain non maîtrisé et un desserrement des besoins sur les territoires limitrophes qui conduit à accroître l'importance et l'étendue des transports urbains<sup>12</sup>. Or, les besoins augmentent plus rapidement que la croissance urbaine elle-même, en raison de l'accroissement des distances de déplacements imposés par l'urbanisation anarchique non contrôlée des communes périphériques de la ville. Ainsi, selon l'Organisation des Nations Unies (ONU), dans l'agenda 2030, envisage la mise en œuvre des Objectifs de Développement Durable (ODD), parmi lesquels : assurer des systèmes de transport viables et sûrs et veiller à une bonne qualité de l'air s'appliquent à la thématique des villes et communautés<sup>13</sup>. L'objectif de développement durable des territoires et des villes est de répondre de façon cohérente à différentes finalités préoccupations des villes dont la qualité de vie : la lutte contre l'étalement urbain et la surconsommation des espaces naturels, la préservation de la biodiversité, des milieux et des ressources, la lutte contre les nuisances sonores telles que le bruit. Réussir à assurer la circulation des biens et des personnes, tout en réduisant les nuisances liées au trafic automobile est un challenge pour les décideurs. La mobilité urbaine a beaucoup évolué au fil du temps, devenant aujourd'hui un enjeu environnemental et impactant ainsi la qualité de l'air dans le milieu urbain. La réduction des émissions des véhicules est une intervention importante pour améliorer la qualité de l'air, en particulier dans les zones urbaines. Les politiques et les normes qui exigent l'utilisation de carburants plus propres et de normes avancées en matière d'émission des véhicules peuvent réduire les émissions de ces véhicules de 90% ou plus<sup>14</sup>. Selon la loi

---

<sup>10</sup> Mairie du District de Bamako (2010). Premier forum sur le développement urbain de Bamako, 56 p.

<sup>11</sup> Idem

<sup>12</sup> Idem

<sup>13</sup> BODART, O., (2020). Mobilité dans les villes et pollution de l'air : l'équation insoluble ?, 31p.

<sup>14</sup> MAIGA Y et al., (2023). La pollution de l'air à Bamako: Modélisation, Indice Pollution-Population, International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology volume 8, Issue-5, 8 p.

n°2021-032 du 24 mai 2021 relative aux pollutions et aux nuisances, la pollution comme toute contamination ou modification directe ou indirecte de l'environnement provoquée par un acte susceptible d'influer négativement sur le milieu, permet de provoquer une situation préjudiciable pour la santé, la sécurité, le bien-être de l'homme, de la faune, de la flore ou des biens collectifs et individuels<sup>15</sup>. L'évaluation des Plans de Déplacements Urbains (PDU) des agglomérations et plus généralement des mesures d'organisation et de gestion des déplacements et du trafic en vue de limiter leurs impacts sur la qualité de l'air repose sur une réduction des trafics et des émissions de polluants<sup>16</sup>.

La mobilité urbaine constitue de nos jours un défi majeur qui relève de la santé publique, de la protection de l'environnement, de l'aménagement des territoires et de la planification urbaine<sup>17</sup>. L'urbanisation et la croissance démographique accentuent la demande de mobilité. Depuis deux décennies, il a été constaté une forte évolution de la mobilité individuelle. La mobilité urbaine englobe l'ensemble des mesures qui inclut l'accessibilité garantie, la mobilité durable, la réalisation, le maintien et l'adaptation des réseaux de transports aux modes de déplacements de la population. Bamako s'agrandit de jour en jour avec une superficie de 267 km<sup>2</sup><sup>18</sup>. Le transport dans le District de Bamako est assuré par les motos, les tricycles, les VP, les TC, les remorques, les semi-remorques, etc. Dans les grandes métropoles africaines comme Bamako qui abrite 50,14 % de la population urbaine du Mali, le transport des marchandises est confronté à plusieurs problèmes : la haute densité de peuplement anarchiquement inégalement réparti et des ressources très limitées en matière d'infrastructures urbaines. Le transport urbain à Bamako se fait presque exclusivement par voie terrestre routière à l'aide des moyens variés (motorisé ou non motorisé).<sup>19</sup>. Ce qui peut générer une quantité importante de CO<sub>2</sub> dans la nature d'autant

---

<sup>15</sup> Loi n°2021-032 du 24 mai 2021 relative aux pollutions et aux nuisances, 44 p.

<https://sgg-mali.ml/JO/2021/mali-jo-2021-16.pdf>. Consulté, le 23 avril 2022.

<sup>16</sup> ANDRE M. et EUGENIE B., (2015). Évaluation de l'impact d'un PDU: problématique de l'émission de polluants atmosphériques, éditions NecPlus, 12 p.

<sup>17</sup> Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie, qualité de l'air : Orientations stratégiques de l'ADEME Période 2015-2020, 24 p.

<sup>18</sup> FOFANA I. et TOGOLA I., (2020). Urbanisation et nouveaux modes de transport urbain en Afrique de l'Ouest : cas de la ville de Bamako (Mali), volume 16, 19 p.

<sup>19</sup> DICKO A, (2021). La logistique urbaine dans les grandes métropoles d'Afrique subsaharienne : cas de la ville de Bamako, 17 p.

plus que le parc automobile moins réglementé et vétuste composé des véhicules de seconde main (France au revoir) pour la plupart.

L'air n'intervient pas dans l'alimentation des êtres, mais, c'est un élément de grande importance pour les êtres. L'homme peut vivre quelques jours sans nourriture et sans eau, mais, ne peut faire quelques minutes sans air. Donc, 0,5 litre d'air emmagasiné à chaque inspiration, 16 inspirations / minute (respiration au repos) et le volume d'air est égal à 11,5 m<sup>3</sup> (soit 13,5 kg) / jour. Les volumes d'air inspirés au repos est de 0,5 m<sup>3</sup>/h mais en activité, il s'élève à 1,2 m<sup>3</sup>/h.<sup>20</sup>. L'objectif de cette recherche est d'étudier les impacts de la mobilité urbaine sur la qualité de l'air dans le District de Bamako. Ainsi, les questions spécifiques suivantes ont été formulées:

- Quels sont les moyens de déplacement de la population de Bamako ?
- Quelles sont les effets de la mobilité urbaine sur la qualité de l'air dans le District de Bamako ?
- Quelles sont des solutions pour atténuer les effets de la mobilité urbaine sur la qualité de l'air dans le District de Bamako?

Pour mener à bien ce travail de recherche, nous avons élaboré des questionnaires et des guides d'entretien conçus pour la population et les structures spécialisées en vue de déterminer les moyens de déplacement de la population, cerner les effets de la mobilité urbaine sur la qualité de l'air et proposer des stratégies pour protéger la qualité du cadre de vie des populations dans le District de Bamako.

## 2. Matériels et méthodes

Située entre les 12°29'57'' et 12°42'17'' de latitude nord et 7°54'22'' et 8°4'6'' de longitude ouest, la ville de Bamako s'est développée dans la vallée du plus grand fleuve de l'Afrique de l'Ouest. Le District de Bamako regroupe six communes dont les quatre premières sont situées sur la rive gauche et les deux dernières sur la rive droite du fleuve Niger. La ville a vu sa population augmenter rapidement depuis l'indépendance à nos jours. Les transformations socio-économiques expliquent la forte consommation d'espaces.<sup>21</sup>

---

<sup>20</sup> BILLARD T., (2017). Structure, composition et rôle de l'atmosphère, CNRS Hospices civils de Lyon Paris, 29 p.

<sup>21</sup> DIALLO B. et al. (2021). Etalement urbain à Bamako : facteurs explicatifs et implications, Afrique Science Revue Internationale des Sciences et Technologies, 16 p.

Le District de Bamako regroupe six communes dont les quatre premières sont situées sur la rive gauche et les deux dernières sur la rive droite du fleuve Niger<sup>22</sup>. Le District est grossièrement composé de deux parties :

- au Nord : entre le fleuve Niger et le mont Manding dans une plaine alluviale longue de 15 km. Cette partie couvre 7 000 hectares et est rétrécie aux deux extrémités.
- au Sud : la rive droite est un site couvrant 12 000 hectares.

Le District s'étend sur 22 km d'Ouest en Est et sur 12 km du Nord au Sud. Le District de Bamako est la capitale du Mali (Consult STEP, Mai 2018). En 2022, la population de Bamako est estimée à 2 817 000 d'habitants<sup>23</sup>.

Pour mener à bien cette recherche, nous avons adopté la méthode mixte qui a permis de récolter abondamment d'informations dans le dessein d'atteindre les objectifs fixés.

Ainsi, nous avons élaboré des guides d'entretien qui ont été adressés au chef de division de la Direction Nationale de l'Assainissement de Contrôle de Pollution et des Nuisances, et l'Agence pour l'Environnement et le Développement Durable, DUBOP, DRCTU, DRUH. Les entretiens ont duré en tout, quatre heures, trente minutes. Pour avoir des informations solides, nous avons adressé le questionnaire à 150 personnes choisies de façon aléatoire et ayant voulu répondre à notre question et 150 véhicules ont été échantillonnés. Après la collecte des informations, nous avons procédé à la codification et les données ont été saisies à l'aide du logiciel SPSS, puis, l'établissement des tableaux dans le logiciel Excel, suivis de commentaires. Le logiciel Zotero a été utilisé pour faciliter l'élaboration de la bibliographie et avons fait recours à des écrits réalisés sur la thématique. Ainsi, la recherche documentaire nous a conduit à la bibliothèque nationale, aux archives de la mairie du district, à celles de l'Ecole Normale Supérieure de Bamako, en plus des sites internet.

### 3. Résultats

#### - Transports urbains

**Tableau 1: type de moyen utilisé pour le déplacement à Bamako**

		Effectifs	Pourcentage (en %)
Valide	VP	17	11,33
	TC	35	23,33
	Moto	45	30,00
	Vélo	1	0,66
	Pied	2	1,33
	Total	150	100

Source : enquêtes personnelles, 2022

<sup>22</sup> Idem

<sup>23</sup> DNP, (2018). Rapport de suivi de la mise en œuvre des actions de la feuille de route nationale du dividende démographique au Mali en 2018, 54 p.

Les enquêtes menées sur le terrain ont révélé que dans le District de Bamako, le moyen de déplacement utilisé par la majorité des citoyens aujourd'hui est la moto avec 45, soit 30 % suivit de TC avec 35, soit 23,33%, ensuite la VP avec 17, soit 11,33% et enfin le pied avec 2, soit 1,33% et le vélo avec 1, soit 0,66%. Donc, le TC et la VP qui occupent successivement la deuxième et la troisième place parmi les moyens de mobilité urbaine compte tenu de leur âge et le type de carburant utilisé, contribuent aujourd'hui considérablement à la dégradation de la qualité de l'air dans le milieu urbain. Selon, OK : « *La circulation routière est un moyen capital pour le déplacement règlementé des automobiles, des piétons ou tout autre type de voirie* ». En cela, selon M. K (DRCTU) interviewé le 14 octobre 2022, « *Les conséquences d'un plan de mobilité urbaine mal pensé sont de divers ordres. Mais, globalement, celui-ci mal pensé comme le cas de la ville de Bamako se résume au dysfonctionnement du système de transport et des problèmes de déplacement* ».

- **Age des parcs du parc véhiculaire et qualité du carburant**

Les études réalisées montrent que la plupart des voitures ont 16 ans et plus. Avec un effectif de 150 échantillons, 133 automobiles ont 16 ans et plus, soit, 88,07% contre 19 automobiles, soit 12,58%. Il est important de souligner que les voitures qui ont 17 ans, 30 ans et 32 ans sont les plus nombreuses. Le TC utilise les voitures les plus anciennes. Les statistiques de la DGT le confirment parce que selon la DGT, en 2021, les 284 382 automobiles en circulation au Mali ont 16 ans et plus sur un effectif total qui s'élève à 484 234 automobiles. Selon GOUMANE, écologiste à l'AEDD, interviewé le 7 septembre 2022, « *l'âge des véhicules: plus de 50% des véhicules roulant à Bamako ont plus de 15 ans. Ils contribuent à émettre du CO qui détériore la qualité de l'air* ». Ainsi, il a ajouté « *près de 80% du parc automobile du pays se trouvent à Bamako selon l'Office National des Transports. en 2004* ». Pour Cheick Oumar DIARRA., chef de Division DNACPN, interviewé en septembre 2022: « *le transport reste dominé par les véhicules de seconde main (plus de 80% du parc ont un âge supérieur à 11 ans et plus de 70% ont un âge supérieur à 16 ans qui fonctionnent à base de combustibles fossiles contenant du soufre, et dégagent des polluants toxiques dangereux pour l'environnement et la santé. Le transport est également source de poussière* ». Le Mali, le Sénégal et la Côte d'Ivoire utilisent la même norme. Le diesel est très fortement soufré (10000 ppm) (BURGEAP, 2010). Mais, dans la spécification du supercarburant sans plomb 91, la teneur en soufre est de 150ppm (ONAP, 2022)(tableau 2),

**Tableau 2: lien entre l'âge des véhicules et la qualité de l'air**

		Effectifs	Pourcentage (en %)
Valide	Oui	135	90
	Non	15	10
	<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>100</b>

Source : enquêtes personnelles, 2022

Les enquêtes ont révélé que l'âge des voitures constitue aujourd'hui une menace sérieuse pour la qualité de l'air dans les villes. Ainsi, sur un effectif de 150 individus, 135, soit 90% ont affirmé que l'âge des véhicules impacte sur la qualité de l'air contre 15, soit 10%(tableau 3).

**Tableau 3: évolution des voitures dans le District de Bamako**

Région	Bamako			
GENRE /Année	2019	2020	2021	Total
Voiture Personnelle	221 183	240 456	264 303	258 025
Transport en Commun	27503	28446	29395	35 447
Camion	23 090	24 792	27 226	75 108
Camionnette	32442	35402	38833	106 677
Remorque	223	229	239	691
Semi-remorque	18376	19941	21568	22 027
Tracteur routier	21087	22675	24373	24 660
<b>TOTAL</b>	<b>343 904</b>	<b>371 941</b>	<b>405 937</b>	<b>522 635</b>

Source: Direction Générale des Transports, 2022

Les parcs automobiles du District de Bamako connaissent une évolution fulgurante. Ils sont passés de 343 904 en 2019 à 405 937 en 2021. Dans cette croissance, les VP et les TC occupent successivement la première place sans pour autant compter les engins à deux roues qui sont, aujourd'hui, l'un des moyens de déplacement le plus utilisé dans le District de Bamako (tableau 4).

**Tableau 4: types de véhicule et carburant utilisé**

		Type de véhicule		Total
		Voiture personnelle	Transport en commun	
Type de carburant utilisé	Essence	65	2	67
	Gasoil	41	42	83
<b>Total</b>		<b>106</b>	<b>44</b>	<b>150</b>

Source : enquêtes personnelles, 2022

Les enquêtes effectuées auprès des détenteurs de voitures sur les cartes grises, sur un échantillon de 150 voitures, les VP sont les plus nombreuses avec 70,66% contre 26,66% de TC. Les carburants utilisés sont l'essence et le gasoil. Mais, le carburant dominant est le gasoil, utilisé par 55,33% contre 44,66% en essence. Parmi les voitures, les TC utilisent plus le gasoil 95,45% 4,54% tandis que les VP utilisent plutôt l'essence plus que le gasoil. Plus 61,32% de VP utilisent l'essence contre 38,67% VP (tableau 5).

**Tableau 5: lien entre qualité du carburant la qualité de l'air**

		Effectifs	Pourcentage (%)
Valide	Oui	112	74,7
	Non	38	25,3
	<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>100</b>

Source : enquêtes personnelles, 2022

La mauvaise qualité du carburant constitue une menace sérieuse à la qualité de l'air. Plus, le carburant est de mauvaise qualité plus la teneur des composants est dépassée. Ainsi, d'après les enquêtes auprès de la population cible, 74,7% des répondants ont affirmé que la qualité du carburant impacte négativement la qualité de l'air à Bamako contre 25,3%.

- **Impacts de la mobilité sur la qualité de l'air**

**Tableau 6: concentration des polluants pendant la journée du 19 janvier 2022**

Sites /Polluants	PM <sub>10</sub> µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>2.5</sub> µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>
Intersection lycée Kankou moussa	35,58	11,86	21,34	1,18
Entrée auto-gare	30,83	8,30	23,72	11,86
Tour de l'Afrique	71,16	71,16	11,86	4,74
Intersection feu Kalabancoura	15,41	7,11	3,55	35,58
Intersection Bacodjicoroni-Kalabancoro	39,14	16,60	0	42,69
Rond-point .Woyowayanko	18,97	10,67	0	34,39
Rond-point place indépendance	4,74	7,11	11,86	53,37
Intersection Algoods	4,74	11,9	0	81,8
Tournant Banconi	24,90	10,67	0	67,60
Intersection Malilait sa	59,30	23,70	0	58,11

Source : enquêtes personnelles, 2022

Ce tableau montre que pendant le 19 janvier 2022, la tour de l'Afrique enregistre la valeur la plus élevée de  $PM_{10}$  avec  $71,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , suivit de celle de l'intersection Malilait sa avec  $59,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ces sites enregistrent des valeurs surpassant la norme de l'OMS fixée à  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pendant 24 heures. Les autres sites enregistrent des valeurs inférieures à la norme de l'OMS. Il apparait également que pendant la même journée, la Tour de l'Afrique enregistre la plus grande valeur de  $PM_{2,5}$ , avec  $71,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , suivit de celle des intersections Malilait sa avec  $23,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , et de celles de l'intersection Bacodjicoroni-Kalabancoro avec  $16,60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les concentrations de  $PM_{2,5}$  de ces sites dépassent la norme de l'OMS fixée à  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pendant 24 heures. Sur les autres sites, les  $PM_{2,5}$  sont présentes, mais, en faibles concentrations. Le dioxyde de soufre, pendant cette journée, est également présent sur tous les sites, mais, surpassent la norme de l'OMS fixée à  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pendant 24 heures sur certains sites, notamment, le rond-point place de l'Indépendance ( $53,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), l'intersection Alqoods ( $81,84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), le tournant Banconi ( $67,60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et l'intersection Malilait sa ( $58,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Mais quant au dioxyde d'azote, il enregistre de très faibles concentrations sur les sites, car, aucune concentration ne dépasse la norme de l'OMS fixée à  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pendant 24 heures.

**Tableau 7: concentration des polluants pendant la journée du 28 avril 2022**

Sites /Polluants	$PM_{10}$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$PM_{2,5}$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$NO_2$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$SO_2$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Intersection lycée Kankou Moussa	35,58	96,07	106,74	0
Entrée auto-gare	132,84	26,09	115,05	0
Tour de l'Afrique	49,81	17,79	91,32	0
Intersection feu Kalabancoura	106,74	51	155,37	11,860
Intersection Bacodjicoroni-Kalabancoro	170,79	32,02	142,33	0

**Source : enquêtes personnelles, 2022**

Dans ce tableau 7, il apparait que les prélèvements n'ont concerné que la Rive Droite. Les  $PM_{10}$ , du 28 avril 2022, excepté l'intersection lycée Kankou Moussa avec  $35,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , les autres sites dépassent la norme de l'OMS fixée à  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pendant 24 heures. L'intersection Bacodjicoroni Kalabancoro enregistre la plus grande concentration avec  $170,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Le tableau indique aussi que les  $PM_{2,5}$  sont présentes sur tous les sites en quantités suffisantes, dépassant la norme de l'OMS. Mais, l'intersection lycée Kankou Moussa enregistre la plus grande valeur d'immission avec  $96,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Le dioxyde de soufre est nul sur tous les sites excepté l'intersection feu Kalabancoura qui a une faible concentration avec  $11,86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Enfin, le dioxyde d'azote est présent sur tous les sites en quantités suffisantes, dépassant la norme de

l’OMS. L’intersection du feu de Kalabancoura avec 155,37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  enregistre la plus grande concentration.

**Tableau 8: concentration des polluants pendant la journée du 10 mai 2022**

Sites /Polluants	PM <sub>10</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM <sub>2.5</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO <sub>2</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SO <sub>2</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Intersection lycée Kankou moussa	18,97	8,30	15,41	0
Entrée auto-gare	77,09	24,90	16,60	0
Tour de l'Afrique	7,11	2,37	32,02	0
Intersection feu Kalabancoura	45,07	8,3	52,18	23,72
Intersection Bacodjicoroni-Kalabancoro	8,3	2,37	66,42	0
Rond point .Woyowayanko	11,86	5,93	43,88	0
Rond point place indépendance	16,60	7,11	30,38	0
Intersection alqoods	29,65	10,67	11,86	0
Tournant Banconi	30,83	9,48	26,09	0
Intersection Malilait sa	18,97	7,11	2,37	0

Source : enquêtes personnelles, 2022

Il est à noter que ce tableau 8 montre que les prélèvements n’ont concerné que la Rive Gauche du District de Bamako. Pendant la journée du 10 mai 2022, les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2.5</sub> sont présentes. Seule, les PM<sub>2.5</sub>, dépassent la norme de l’OMS au rond point place indépendance avec 17,79  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Le NO<sub>2</sub> et le SO<sub>2</sub> demeure nul (tableau 9).

**Tableau 9 : concentration des polluants pendant la journée du 8 août 2022**

Sites /Polluants	PM <sub>10</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM <sub>2.5</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO <sub>2</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SO <sub>2</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Rond point .Woyowayanko	43,88	9,48	0	0
Rond point place indépendance	40,32	17,79	0	0
Intersection alqoods	17,79	8,3	0	0
Tournant Banconi	26,09	8,30	0	0
Intersection Malilait sa	26,09	7,11	0	0

Source : enquêtes personnelles, 2022

Dans ce tableau 9, il apparait que les prélèvements ont concerné les deux rives. Les PM<sub>10</sub> sont présentes sur tous les sites, mais, les sites de l’auto-gare avec 77,09  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et de l’intersection feu Kalabancoura avec 45,07  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  surpassant la norme de l’OMS fixée à 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pendant 24 heures. Seulement l’entrée de l’auto-gare avec 24,90  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , les PM<sub>2.5</sub> dépassent la norme de l’OMS fixée à avec 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pendant 24 heures. Quant au dioxyde d’azote, il est présent sur tous les sites, mais, le site qui enregistre la grande concentration l’intersection Kalabancoro-Bacodjicoroni avec 66,42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  qui dépasse la norme de l’OMS fixée à 66,42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pendant

24 heures. Le dioxyde de soufre est nul sur tous les sites excepté l'intersection feu Kalabancoura avec une faible concentration s'élevant à  $23,72\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### 4. Propositions de solutions

L'homme, dans le dessein de satisfaire ses besoins dans le milieu urbain, a incontestablement besoin des moyens de locomotion, surtout modernes. Ces moyens de locomotions ont des conséquences sur la qualité de l'air qui est un élément incontournable dans la survie des êtres. L'air pur est un élément essentiel pour la santé et le bien-être de l'homme (Organisation Mondiale de la Santé, 2021). L'atmosphère protège la vie sur la terre parce qu'elle absorbe les rayons ultra-violet du soleil. Par conséquent, dans le District de Bamako, le comportement humain lié surtout aux activités économiques surtout est entrain d'impacter négativement sur la qualité de l'air. Alors, compte tenu de l'importance de l'air dans la vie humaine notre vie, il est important de nous devons mettre en œuvre tous les moyens pour que les êtres puissent avoir un cadre vie adéquat. Ainsi, nous faisons des propositions qui suivent :

La limitation de l'âge des véhicules importés au Mali, car il n'existe pas une politique proprement dite sur la limitation de l'âge des véhicules importés. il n'existe pas de l'âge limite de l'importation des véhicules. Le Mali a mis plutôt l'accent sur le frais des affaires économiques. En ce sens, plus le véhicule est âgé, plus le frais des affaires économiques est élevé. Le mieux serait de fixer un âge suite à l'expertise des experts dans le domaine et l'adoption d'une loi relative à l'âge du véhicule.

La recherche du carburant de qualité, cela entraînera une réduction de la teneur du carburant en soufre. La révision du Schéma Directeur d'Urbanisation et d'Aménagement de 1995/1981, en prenant en compte toutes les difficultés auxquelles, la population citadine est confrontée actuellement, notamment, les difficultés liées à l'assainissement, à la mobilité urbaine, aux infrastructures routières, à la réservation des espaces verts « poumons verts », au logement, au commerce, etc. Tout en pensant aussi à un désengorgement de la ville de Bamako avec la création de nouveaux pôles de développement.

La sensibilisation régulière de la population au port de contre-poussière permettra d'atténuer les maladies liées aux polluants. Le reboisement des bordures du goudron permettra en effet d'atténuer la dispersion des polluants. L'application rigoureuse des conventions internationales et sous régionales allant dans le même sens que les objectifs assignés au Mali et le renforcement de la capacité opérationnelle de la DUBOPE-Mairie en matière de la protection de l'environnement constituent des mesures indispensables.

L'entretien régulier et soutenu des voiries du District de Bamako constituent des solutions efficaces à la bonne santé de l'environnement. Le développement du transport en commun entraînera la réduction des véhicules donc une réduction d'émission. La sensibilisation des populations sur le développement de la marche permettra non seulement de réduire l'émission des polluants, mais, de lutter contre la sédentarité qui est la cause de plusieurs maladies chroniques dont le diabète et l'hypertension.

## 5. Discussions

Cette recherche étudie le rapport entre la mobilité urbaine et la qualité de l'air à Bamako. Il s'agit pour nous d'identifier et de caractériser les moyens de déplacement de la population, analyser ses impacts sur la qualité de l'air enfin de proposer des solutions. Les recherches ont révélé que dans le District de Bamako, la population dans leur déplacement quotidien allant d'un quartier à un autre, utilise plus le moyen le plus utilisé est la moto avec 30 %, suivi de Transport en Commun avec 23,33%, ensuite la Voiture Personnelle avec 11,33% et enfin le pied avec 1,33% et le vélo avec 1, soit 0,66%. Avec un effectif de 151 échantillons, 133 automobiles ont 16 ans et plus, soit, 88,07% contre 19 automobiles, soit 12,58%. Les voitures qui ont 17 ans, 30 ans et 32 ans sont les plus nombreuses. Ainsi, sur un effectif de 150 individus, 135, soit 90% ont affirmé que l'âge des véhicules impacte sur la qualité de l'air contre 15, soit 10%. Les VP sont les plus nombreuses avec 106, soit 70,66% contre 44, soit 26,66% de TC. Les carburants utilisés sont l'essence et le gasoil, même si à côté de ceux-ci se développe peu à peu une nouvelle source d'alimentation des véhicules notamment les véhicules électriques et hybrides qui utilisent moins ou pas les énergies fossiles. Mais, le carburant dominant est le gasoil, utilisé par 83 voitures soit 55,33% contre 67, soit 44,66% en essence. Parmi les voitures, les TC utilisent plus le gasoil 42, soit 95,45% contre 2, soit 4,54% tandis que les VP utilisent plutôt l'essence plus que le gasoil. Plus 65 de VP utilisent l'essence soit 61,32% contre 41VP soit 38,67%. Donc dans le District de Bamako, sur 150 voitures, 83 voitures soit 55,33% utilisent le gasoil contre 63 voitures, soit 44,66% qui utilisent l'essence. D'après les enquêtes auprès de la population cible, 112, soit 74,7% des répondants ont affirmé que la qualité du carburant impacte négativement la qualité de l'air à Bamako contre 38, soit 25,3%. En plus de cela, les résultats ont révélé aussi que la mobilité urbaine entraîne l'émission des polluants tels que le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote, les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2.5</sub> qui impactent négativement la qualité de l'air à Bamako.

Selon le (Ministère de l'Urbanisme et de la Politique de la Ville, 2014), dans son rapport intitulé : Politique nationale de la ville, affirme que : « la ville, dans son développement, a besoin d'un

*Schéma Directeur d'Urbanisation constamment actualisé en fonction de la croissance démographique urbaine qui entraîne l'assainissement, la mobilité, le logement, le commerce, le sport, en quelque sorte, tout ce dont la ville a besoin pour le bien-être de la population. »*

Mais, il arrive que ce Schéma Directeur d'Urbanisation soit dépassé suite à l'accroissement de la population qui dispose de nouvelles visions non prises en compte par le Schéma Directeur actuel. Tel est le cas du Mali où le Schéma se trouve en déphasage avec la situation actuelle sur le terrain. Le Schéma Directeur d'Urbanisation en vigueur au Mali date de 1995. Pour (TOBERT J, 2003), dans son article intitulé : les enjeux de la pollution de l'air des transports, affirme que le District de Bamako est le centre des activités économiques et commerciales du pays. Il est, aussi, le lieu qui abrite les administrations. Ce qui entraîne une augmentation croissante de la mobilité urbaine. Cela est accompagné par l'usage des engins roulants utilisant des combustibles fossiles et l'état des infrastructures routières qui est souvent dégradé. Selon (GLANDUS L. et BELTRANDO G, 2013), GLANDUS L. et BELTRANDO G. dans leur article intitulé : les déplacements urbains et la pollution de l'air dans des villes intermédiaires : enjeux politiques et environnementaux, sont allés loin en soutenant en ses termes: « *En milieu urbain, la pollution émane principalement de trois sources : les activités industrielles et les activités relatives au secteur domestique (chauffage, incinération des ordures ménagères), historiquement les plus anciennes, ainsi que le secteur des déplacements automobiles, désormais considéré comme la source d'émissions la plus notable au sein des agglomérations. Tous ces aspects ne sont pas pris en compte dans notre recherche, mais, il est à admettre qu'en ce qui concerne le secteur de déplacements automobiles* ». (Organisation de Coopération et de Développement Economiques, 2002), dans le rapport intitulé : la demande de trafic routier : relever le défi, a fait ressortir : « *La croissance démographique urbaine qui est aujourd'hui presque non maîtrisée pour toutes les villes, surtout, pour celles de l'Afrique sub-saharienne entraîne une forte demande de la mobilité urbaine. Dans le District de Bamako, les déplacements sont effectués à travers les pieds, les motos, les véhicules et les tricycles dans le but de joindre les lieux de travail aux domiciles ou de transporter des marchandises. Le District de Bamako étant le premier centre d'activités économiques du pays entraîne une mobilité massive de la population urbaine tout au long de la journée. L'augmentation de la demande de mobilité aux six facteurs suivants : la croissance économique, la hausse des revenus, l'augmentation de la motorisation privée, l'amélioration du système de transport, la concurrence entre les transports publics et privés, l'évolution démographique. Toutes ces études convergent vers la nôtre même si les sites varient* ». La (Banque Mondiale, 2010), dans son rapport intitulée : « étude de la qualité de l'air à Bamako » affirme : « *la mauvaise qualité du carburant impacte gravement la qualité de l'air. Au cours de cette étude réalisée dans le*

*District de Bamako, il est apparu clairement que le carburant (essence et gasoil) utilisé est de qualité mauvaise ». Pour (Public Eye, 2016) ajoute en affirmant : « En Afrique, la teneur en soufre de l'essence et du diesel est plusieurs centaines de fois supérieure à la limite admise en Europe. Dans huit pays d'Afrique pour prélever des échantillons dans les stations-service suisses, le diesel vendu contient jusqu' à près de 380 fois plus de soufre que la norme européenne. Deux éléments causent cette pollution qui atteint des niveaux dramatiques et expliquent les écarts observés entre l'Europe et l'Afrique, bien que cette dernière compte moins de véhicules. S'agissant du premier, la plupart des voitures et camions qui circulent au sud du Sahara sont importés d'occasion (environ 85 % en Afrique de l'Ouest). Ces véhicules devenus indésirables en Europe consomment davantage de carburant et ne sont pas équipés des dernières technologies de contrôle des émissions. Ils polluent donc plus que « nécessaire ». Ce problème est connu de longue date. Les Etats-Unis et l'Europe ont réagi en abaissant fortement la limite de soufre admise, respectivement à 15 ppm (parties par million) et 10 ppm. En Afrique, malgré des progrès significatifs constatés dans certaines régions, de nombreux pays continuent d'autoriser la vente de carburants à haute teneur en soufre. A l'échelle continentale, la limite moyenne s'élève à 2000 ppm, soit 200 fois le niveau autorisé en Europe. Certains pays comme le Mali ou le Congo-Brazzaville ont un seuil fixé à 10 000 ppm. Pourtant, l'objectif de la CEDEAO est d'harmoniser les spécifications des carburants (Essence et Gasoil), les limites d'émission des véhicules et engins dans la région, a fixé pour l'essence, la teneur ne doit dépasser 50 ppm de soufre, et pour le gasoil également. Toutes ces pensées corroborent avec la nôtre ».*

## **6. CONCLUSION**

Cet article étudie le rapport entre la mobilité urbaine et la qualité de l'air à Bamako. Les recherches ont révélé que dans le District de Bamako, la population dans leur déplacement quotidien allant d'un quartier à un autre, utilise davantage le moyen le plus utilisé est la moto avec 30 %, suivi de Transport en Commun avec 23,33%, ensuite la Voiture Personnelle avec 11,33%, le pied et le vélo viennent en dernière position. Sur effectif de 150 échantillons, 88,07% ont 16 ans et plus, 55,3% des véhicules utilisent le gasoil contre 44,66% en essence. Parmi les voitures, les TC utilisent plus le gasoil 95,45% contre 4,54% tandis que plus 61,32% de VP utilisent l'essence contre 38,67%. 74,7% des enquêtés affirment que la qualité du carburant impacte négativement la qualité de l'air à Bamako contre 25,3%. En plus de cela, les résultats ont révélé aussi que la mobilité urbaine entraîne l'émission des polluants tels que le

dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote, les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2.5</sub> qui impactent négativement la qualité de l'air à Bamako. Au cours de la recherche, et malgré les efforts consentis, nous n'avons pas pu nous intéresser à tous les aspects de la recherche notamment l'aspect tels que établir une analyse approfondie de la qualité du carburant.

Pour atténuer les effets de la mobilité urbaine sur la qualité de l'air, il faudrait : la limitation de l'âge des véhicules importés, la recherche du carburant de qualité, la révision du Schéma Directeur d'Urbanisation et d'Aménagement de 1995, le développement des espaces verts « poumons verts », le désengorgement de la ville de Bamako avec la création de nouveaux pôles de développement, la sensibilisation régulière de la population au port de contre-poussière, le renforcement de la capacité opérationnelle de la DUBOPE-Mairie en matière de la protection de l'environnement constituent des mesures indispensables, l'entretien régulier et soutenu des voiries du District de Bamako, le développement du transport en commun, l'élaboration d'un bon plan de Circulation actualisé du District de Bamako prenant en compte les nouvelles réalités de la ville dont les déplacements pendulaires conséquences de la localisation de la majeure partie des activités socioéconomiques dans le centre urbain déjà saturé. Cette recherche est pour les décideurs des une piste de solutions pour mieux faire face aux défis sanitaires et environnementaux dans la ville de Bamako et éventuellement d'autres capitales régionales à cette problématique, si elle est exploitée judicieusement.

#### REFERENCES

- [1] Banque Mondiale, (2003). L'initiative sur la qualité de l'air en Afrique sub-saharienne 1998 – 2002, N°11, 82 p.
- [2] GOBERT J., (2013). Mobilité et lutte contre la pollution atmosphérique : la difficile conciliation des exigences environnementales et del'équité sociale dans l'instauration d'une zone à basse émission, Cahiers de géographie du Québec, volume 57, numéro 161, 20 p.
- [3] Ministère des Affaires Foncières de l'Urbanisme et de l'Habitat, (2021). Cadre de gestion environnementale et sociale, 215 p.
- [4] BODART, O., (2020). Mobilité dans les villes et pollution de l'air : l'équation insoluble ?, 31p.
- [5] DICKO A, (2021). La logistique urbaine dans les grandes métropoles d'Afrique subsaharienne : cas de la ville de Bamako, 17 p.
- [6] BENCHMARK INTERNATIONAL, (2020). Nouvelles mobilités et infrastructures routières, 237 p.
- [7] <sup>1</sup> Mairie du District de Bamako (2010). Premier forum sur le développement urbain de Bamako, 56 p.
- [8] BODART, O., (2020). Mobilité dans les villes et pollution de l'air : l'équation insoluble ?, 31p.

- [9] MAIGA Y et *al.*, (2023). La pollution de l'air à Bamako: Modélisation, Indice Pollution-Population, International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology volume 8, Issue-5, 8 p.
- [10] Loi n°2021-032 du 24 mai 2021 relative aux pollutions et aux nuisances, 44 p.
- [11] <https://sgg-mali.ml/JO/2021/mali-jo-2021-16.pdf>. Consulté, le 23 avril 2022.
- [12] ANDRE M. et EUGENIE B., (2015). Évaluation de l'impact d'un PDU: problématique de l'émission de polluants atmosphériques, éditions NecPlus, 12 p.
- [13] Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie, qualité de l'air : Orientations stratégiques de l'ADEME Période 2015-2020, 24 p.
- [14] FOFANA I. et TOGOLA I., (2020). Urbanisation et nouveaux modes de transport urbain en Afrique de l'Ouest : cas de la ville de Bamako (Mali), volume 16, 19 p.
- [15] DICKO A, (2021). La logistique urbaine dans les grandes métropoles d'Afrique subsaharienne : cas de la ville de Bamako, 17 p.
- [16] BILLARD T., (2017). Structure, composition et rôle de l'atmosphère, CNRS Hospices civils de Lyon Paris, 29 p.
- [17] DIALLO B. et al. (2021). Etalement urbain à Bamako : facteurs explicatifs et implications, Afrique Science Revue Internationale des Sciences et Technologies, 16 p.
- [18] DNP, (2018). Rapport de suivi de la mise en œuvre des actions de la feuille de route nationale du dividende démographique au Mali en 2018, 54 p.
- [19] Ministère de l'Urbanisme et de la Politique de la Ville, (2014). Politique nationale de la ville, 18 p.
- [20] GLANDUS L. et BELTRANDO G., (2013). Les déplacements urbains et la pollution de l'air dans des villes intermédiaires : enjeux politiques et environnementaux, NOROIS N° 226, 15 p.
- [21] Organisation de Coopération et de Développement Economiques, (2002). La demande de trafic routier : relever le défi, éditions de l'OCDE, 2, Paris cedex 16, n° 52490, 215 p.
- [22] Public Eye (2016). *Dirty Diesel*. N°1, 28 p.