

ANALYSE DES EFFETS LIÉS À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE AU SÉNÉGAL, LE CAS DE DAKAR

Par
Moussa Seck

Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement et développement durable en vue
de l'obtention du grade de maîtrise en environnement (M. Env.)

Sous la direction de Marc-J Olivier

MAITRISE EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Novembre 2021

SOMMAIRE

Mots-clés : pollution atmosphérique, qualité de l'air, Dakar, Thiès, mécanicien informel, vétusté du parc automobile, incinération, désert du Sahara, particules aéroportées, reboisement.

L'objectif principal est de déterminer l'impact des effets négatifs liés à la pollution atmosphérique au Sénégal, particulièrement à Dakar, sur l'environnement, la santé et l'économie. La pollution atmosphérique a des impacts irréversibles sur la santé publique, l'environnement et l'économie en lien aux activités quotidiennes des Dakarais. En effet, les améliorations recherchées peuvent s'appliquer à Dakar et dans la sous-région. Elles doivent être mises en place telles que proposées.

Les données empiriques relevées sur le terrain et celles obtenues à partir des recherches effectuées ont d'une part, facilité l'identification des impacts négatifs des polluants atmosphériques à Dakar. D'autre part, elles ont permis de déterminer les sources génératrices d'impacts négatifs suivants : la vétusté du parc automobile, la mauvaise gestion des huiles usées, l'incinération de matières dangereuses, l'utilisation du bois comme combustibles urbain, les activités de l'industrie de raffinage et de la cimenterie, la poussière provenant du désert du Sahara et un manque d'éducation lié à l'environnement. Pour lutter contre ces impacts, le gouvernement a mis en place des stratégies axées au développement durable, en vain jusqu'à ce jour.

Les perspectives suggérées se fondent sur l'analyse critériée de pertinence. Celles-ci se rapportent aux principes de développement durable. Il s'agit notamment de renforcer : les moyens du système de santé, déployer les moyens logistiques liés à la gestion de la qualité de l'air, investir dans la formation et à l'éveil des consciences, des programmes axés au développement socioéconomique, inclure les citoyens au processus de prise de décision, renforcer les capacités de la collecte des matières résiduelles, resserrer sa politique d'importation de véhicules usagés, mettre en place des entreprises de recyclage et de valorisation de l'acier des vieilles voitures, la revitalisation des forêts et des milieux humides, mettre en application une taxe verte, opter pour le reboisement du nord du Sénégal en partenariat avec les communautés locales. La conclusion de l'analyse démontre que l'objectif de l'essai est atteint par des recommandations efficaces formulées à l'égard des décideurs. Ces derniers peuvent les appliquer et réduire de façon significative les impacts négatifs de la pollution de l'air sur la santé des populations, l'économie et l'environnement.

"Nothing is as elemental, as essential to human life, as the air we breathe. Yet around the world, in rich countries and poor ones, it is quietly poisoning us."
Beth Gardiner — author of Choked: Life and Breath in the Age of Air Pollution.

DÉDICACE

Cette partie est souvent la moins lue par les lecteurs, mais elle a une très grande importance pour moi. C'est ici, où je peux donner mon point de vue personnel et m'exprimer émotionnellement. Ainsi, je me permets de dédier cet essai à la mémoire de mon défunt père, Tahir Seck, un homme digne, sociable et exemplaire. Repose en paix papa, ton fils cadet t'aime inconditionnellement.

Un grand merci à toute ma famille, spécialement à ma mère. Je vous dédie cet humble travail qui est le fruit de vos interminables conseils et soutien moral. Mention spéciale à mon épouse, pour ses encouragements et sa patience. Ce modeste travail doit servir d'exemple à nos enfants.

REMERCIEMENTS

Mes remerciements les plus sincères vont à l'endroit de toutes les personnes qui d'une manière directe ou indirecte ont contribué à la réalisation de ce document particulièrement à M. Marc-J Olivier, mon directeur d'essai. Son implication, son expertise et sa disponibilité ont été cruciales pour la réalisation de ce laborieux travail. Je remercie le personnel et le corps professoral du Centre universitaire de formation en environnement pour la formation de qualité reçue. Je remercie aussi les personnes que j'ai interviewées dans les rues de Dakar et de Thiès. Je remercie le CGQA pour sa collaboration et les informations fournies. Finalement, j'aimerais rendre hommage à toute la promotion avec qui j'ai passé des moments inoubliables et respectueux.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1 PRÉSENTATION DU SUJET ET DU MILIEU À L'ÉTUDE	3
1.1 Présentation du Sénégal	3
1.2 La place de Dakar dans le Sénégal	5
1.3 Diagnostic de la situation.....	6
1.3.1 Situation sur le terrain.....	7
1.4 Entrevue non dirigée	10
1.4.1 Méthodologie	10
1.5 Analyse des résultats de l'entrevue non dirigée	11
1.6 Les différentes sources anthropiques de pollution atmosphérique à Dakar et à Thiès.....	14
1.6.1 Le secteur industriel	15
1.6.2 Le secteur du transport routier	16
1.6.3 Les garagistes automobiles	16
1.6.4 Les méthodes traditionnelles liées à la cuisson	18
1.7 Les principales parties prenantes	19
1.7.1 Présentation du choix de pondération.....	19
2 PRÉSENTATION DES ENJEUX LIÉS À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE LOCALE	20
2.1 Enjeux environnementaux de la pollution de l'air locale	20
2.1.1 Dégradation de l'environnement naturel et des écosystèmes	20
2.1.2 Enjeux de la pollution de l'air sur la biodiversité	23
2.2 Manque d'éducation lié à l'environnement	25
2.2.1 Le niveau d'alphabétisation	26
2.2.2 Contrainte quant à l'accès à l'information	26
2.3 Les enjeux socioéconomiques	27
2.3.1 Baisse du taux de productivité des activités économiques.....	28
2.3.2 L'absence au travail	28
2.4 Enjeux de santé publique.....	29
3 ÉVALUATION DES IMPACTS NÉGATIFS LIÉS À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE À DAKAR	32
3.1 Classification des impacts par enjeux	32
3.1.1 Qualité de l'air à Dakar	32
3.1.2 Perte de biodiversité	33

3.1.3	Fragilité de l'économie locale.....	34
3.1.4	Mortalité et morbidité causées par l'air pollué.....	34
3.2	Justification du jugement sur l'importance de l'impact	34
3.2.1	Interprétation des résultats.....	36
4	INSTRUMENTS DE LUTTE CONTRE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE	37
4.1	Loi portant code de l'environnement.....	37
4.2	Norme sénégalaise sur les émissions de gaz d'échappement des véhicules	38
4.3	Instrument sénégalais de lutte contre la pollution de l'air	40
4.4	Chaire écosanté multi-institutionnelle	41
4.5	Instrument de lutte contre la pollution atmosphérique d'autres juridictions.....	42
4.5.1	Directives françaises.....	42
4.5.2	Réglementations du Québec	43
4.6	Types d'instruments traditionnels et novateurs	43
5	ANALYSE CRITÉRIÉE DE PERTINENCE D'UN BON SYSTÈME POUR DAKAR.....	45
5.1	Système de gestion reposant sur les aspects de développement durable	45
5.1.1	Une gestion de qualité et ses enjeux sanitaires	46
5.1.2	Analyse de l'efficacité d'une bonne gestion environnementale	46
5.1.3	Analyse d'une gestion saine et ses retombées socioéconomiques	47
5.2	Analyse critériée des moyens disponibles et les enjeux spécifiques à Dakar	48
5.2.1	Choix et justification des critères	48
5.3	Justification de l'évaluation et de la pondération	50
6	RECOMMANDATIONS.....	52
6.1	Perspectives socioéconomiques.....	52
6.2	Perspectives environnementales.....	53
6.3	Recommandations pour contrer les particules de poussières provenant du Sahara.....	55
6.4	Perspectives sanitaires	56
	CONCLUSION	57
	LISTE DES RÉFÉRENCES	59
	ANNEXE 1 – TABLEAU SYNTHÈSE DES PARTIES PRENANTES	66
	ANNEXE 2 – L'ITINÉRAIRE POUR LA BARRIÈRE VERTE	67

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 1.1 Carte de la République du Sénégal	4
Figure 1.2 Divisions de la région de Dakar	6
Figure 1.3 Couche épaisse de poussière dans les rues de Thiès	9
Figure 1.4 Mbeubeuss, un lieu de dépôt et d'enfouissement d'ordures dans la région de Dakar	10
Figure 1.5 Débris d'un feu enclenché par les travailleurs de la construction comme méthode de désherbage à Thiès, Zac Nguinth.....	13
Figure 1.6 Pipeline de la SAR en feu dans le quartier de Dalifort	15
Figure 1.7 Matières dangereuses déposées sur le sol autour de voitures non fonctionnelles.....	17
Figure 1.8 Jeune apprenti mécanicien de 14 ans qui nettoie un catalyseur démonté	17
Figure 1.9 Jeune apprenti de 19 ans qui soulève un moteur à l'aide d'un palan manuel à la gare de Thiès.....	17
Figure 2.1 Formation des précipitations acides	21
Figure 2.2 Changements physiologiques d'une feuille d'arbre causé par des polluants atmosphériques	22
Figure 2.3 Synthèse des enjeux environnementaux découlant de la pollution atmosphérique.....	23
Figure 2.4 Quelques polluants atmosphériques majeurs : leur origine, et impact sur l'environnement et la santé...	24
Figure 2.5 État de la qualité de l'air à Dakar en 2019	31
Figure 4.1 Évolution des moyennes mensuelles de PM ₁₀ à Dakar en 2019	39
Figure 4.2 Évolution des moyennes mensuelles de PM _{2,5} en 2019	39
Tableau 2.1 Valeurs limites de la qualité de l'air pour le Sénégal et l'OMS.....	30
Tableau 3.1 Éléments constitutifs de la chaîne des conséquences	35
Tableau 4.1 Concentrations annuelles de polluants à Dakar en 2019	40
Tableau 5.1 Grille d'analyse critériée.....	49
Tableau 5.2 Interprétation de l'évaluation	50
Tableau 5.3 Traduction des résultats en priorité d'action	51

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

ACC	Atlas climatique du Canada
AFP	Agence France-Presse
ANSD	Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie
AOF	Afrique-Occidentale Française
ASN	Association Sénégalaise de Normalisation
BAD	Banque africaine de développement
BM	Banque mondiale
BTEX	Benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes
CBD	Convention on Biological Diversity
CCME	Conseil canadien des ministres de l'Environnement
CERES	Centre de formation sur l'Environnement et la Société
CESTI	Centre d'Etudes des Sciences et Techniques de l'Information
CGQA	Centre de Gestion de la Qualité de l'Air
CO	Monoxyde de carbone
CO ₂	Dioxyde de carbone
COV	Composés organiques volatils
COVNM	Composés organiques non méthanoïques
DD	Développement durable
FPA	Fondation pour l'alphabétisation
GES	Gaz à effet de serre
Gouv. Can	Gouvernement du Canada
Gouv. Sn	Gouvernement du Sénégal
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
ICM	Institut de cardiologie de Montréal
ICPCC	Institut canadien pour des choix climatiques
INSPQ	Institut national de la santé publique du Québec
IQA	Indice de la qualité de l'air
JA	Jeune Afrique
MAAAR	Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires Rurales
MEDD	Ministre de l'Environnement et du Développement durable
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

MH	Milieus humides
MTE	Ministère de la Transition écologique
NO ₂	Dioxyde d'azote
NO _x	Oxydes d'azote
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OMS	Organisation mondiale de la Santé
PFIE	Programme de Formation-Information pour l'environnement
PIB	Produit intérieur brut
POES	Plateforme des ONG européennes au Sénégal
RGE	Recensement général des entreprises
SAR	Société Africaine de Raffinage
SO ₂	Dioxyde de soufre
SOCOCIM	SOCIÉTÉ COMMERCIALE DU CIMENT
WHO	World Health Organisation

INTRODUCTION

Les premières prises de conscience sur les effets de la pollution atmosphérique ont eu lieu à Londres durant l'hiver 1952. En quatre journées consécutives du mois de décembre s'est répandu un épais brouillard industriel (*smog*) sur la ville, faisant quatre-mille décès, dont la moitié était de causes respiratoires (Boczkowski et Lanone, 2019; Traduction libre : Logan, 1953). De nos jours, la pollution de l'air dans les grandes villes est principalement dominée par les émissions des échappements des véhicules. Sa classification permet d'identifier les polluants, leurs niveaux de contamination et leurs origines. (Bernstein et al., 2004; Ndong, 2019; Demay, 2011) La pollution préoccupe tous les gouvernements et mérite une attention particulière surtout dans les pays à faibles revenus. Les axes de développement récents de ces pays s'orientent vers des activités industrielles très polluantes.

L'air est un mélange complexe de gaz et de particules dont la composition est de 78 % d'azote, 21 % d'oxygène et 1 % de composés divers. La pollution atmosphérique est une dégradation de la qualité de l'air. Celle-ci a des conséquences sur la santé, sur l'environnement et l'économie. (Carrigan et al., 2007) Le taux de maladie et de mortalité prématurée lié à la mauvaise qualité de l'air est plus élevé que tout autre problème environnemental. Les maladies causées par celle-ci sont responsables d'environ 9 millions de morts prématurées en 2015, soit 16 % des morts dans le monde. La pollution atmosphérique a un taux de mortalité trois fois plus élevé que le SIDA, la tuberculose et la malaria réunis. Elle est 15 fois plus préjudiciable que toutes les guerres et autres formes de violences que l'humanité ait connu. Dans les pays les plus affectés, comme la Chine et l'Inde, la pollution est responsable de plus d'une perte de vie par heure. (Traduction libre : The Lancet, 2021) Ces aléas piquent la curiosité intellectuelle et mènent l'analyse de la question suivante : quels sont au Sénégal, précisément à Dakar, les impacts négatifs et les enjeux de la pollution atmosphérique ?

La pollution atmosphérique est omniprésente à Dakar, mais les populations ne sont pas conscientes de l'ampleur de ce problème. La plupart des Sénégalais ne sont pas très bien informés, et la majeure partie d'entre eux n'ont reçu aucune éducation concernant les enjeux liés à la pollution de l'air. Un taux d'alphabétisation faible, 51,9 % en 2017 (UNESCO, 2021), est un facteur qui maintient cette faille dans la transmission de l'information. Les particules aéroportées (PM_{10} et $PM_{2,5}$) dans l'air ambiant dépassent la norme sénégalaise NS-05-62 et celle de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS). Selon une étude de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) publiée en 2016, entre 1990 et 2013, il y a eu 36 % de hausse des décès prématurés causés par la pollution atmosphérique en Afrique (Le Monde Afrique, 2019). Le Centre de Gestion de la Qualité de l'Air (CGQA) dans son rapport de 2019

indiquait que les concentrations moyennes horaires de PM₁₀ et PM_{2,5} ont dépassé les taux des deux normes citées précédemment. Par conséquent, la cote d'alerte de la qualité de l'air était passée de mauvaise à très mauvaise en février 2019. (CGQA, 2019) Déjà en 2018, la ville de Dakar était classée par l'OMS à la 56^e position des villes les plus polluées au monde sur 3 500 villes. (Agence France-Presse [AFP], 2019)

C'est ainsi qu'apparaît l'intérêt de cet essai, dont l'objectif général est de déterminer l'impact des effets négatifs liés à la pollution atmosphérique au Sénégal, particulièrement à Dakar, sur l'environnement, la santé et l'économie. Pour ce faire, les impacts liés à la pollution atmosphérique à Dakar ont été évalués, les différentes sources de pollution de l'air extérieur déterminées, les enjeux liés à celle-ci sont compilés, les outils et instruments de lutte exposés, une analyse faite au regard des enjeux spécifiques à Dakar et finalement des recommandations porteuses de solutions proposées. Ces six sous objectifs permettent d'atteindre l'objectif général de cet essai.

Les informations qui ont servi à rédiger cet essai combinent des données empiriques, des monographies et des revues scientifiques. Ces dernières proviennent d'organismes locaux et internationaux reconnus. Les contenus de quelques articles quotidiens ont été utilisés en référence. Dans le but de mieux refléter la réalité actuelle de la pollution à Dakar, les sources les plus récentes sont privilégiées à l'exception de celles qui donnent un aperçu à la genèse de la pollution de l'air.

L'essai est structuré en six grands chapitres. Tout d'abord, le chapitre premier présente le sujet, la démarche méthodologique, le milieu à l'étude et la situation sur le terrain. Le deuxième chapitre porte sur la présentation des enjeux liés à la pollution atmosphérique locale. Celui-ci permet de distinguer ceux liés à la santé, à l'environnement et à l'économie. Le chapitre trois porte sur l'évaluation des impacts négatifs liés à la pollution de l'air à Dakar. Celui-ci permet de classer les impacts négatifs par enjeux, puis de déterminer leur niveau d'importance. Le quatrième chapitre expose les instruments de lutte contre la pollution atmosphérique ainsi que deux directives internationales pertinentes, soit celles du Québec et de France. Le chapitre cinq aborde l'analyse critériée de pertinence d'un bon système pour Dakar, ainsi qu'une analyse entre les moyens et les enjeux spécifiques. Finalement, le dernier chapitre propose 15 recommandations porteuses de solutions pour des perspectives durables afin de réduire efficacement la pollution de l'air au Sénégal, précisément à Dakar.

1 PRÉSENTATION DU SUJET ET DU MILIEU À L'ÉTUDE

Ce premier chapitre de l'essai donne l'opportunité, d'une part, de présenter la problématique de la pollution atmosphérique au Sénégal, précisément à Dakar. La pollution de l'air extérieur à Dakar est principalement causée par le trafic routier. La circulation automobile génère une diversité de composés organiques tels que (des composés organiques volatils [COV], du benzène, toluène, xylènes et des hydrocarbures aromatiques polycycliques [HAP] ainsi que d'autres composés qui proviennent particulièrement des pots d'échappement (Traduction libre : ScienceDirect, 2021; Olivier, 2017). À cette pollution anthropique s'ajoute une pollution naturelle engendrée par la nappe de poussière provenant du désert du Sahara, qui provoque des maladies respiratoires et chroniques. (National Geographic, 2015-2017) D'autre part, il permet aussi de mettre l'accent sur la localisation géographique du Sénégal et les caractéristiques de sa démographie. Le chapitre abordera les réalités sociales et économiques de la zone à l'étude, soit la région de Dakar. Un diagnostic sera fait avec une description de la situation sur le terrain qui sera accomplie par l'entremise d'une entrevue non dirigée. L'échantillonnage de cette entrevue se focalisera principalement à deux types de population : celle exerçant des activités liées aux sources de pollutions anthropiques et celle qui passe beaucoup de temps à l'extérieur, soit pour d'autres activités.

Une brève comparaison sera faite afin de voir les conséquences positives et négatives de la gestion locale et internationale de la pollution de l'air extérieur. Une synthèse des parties prenantes y sera exposée.

1.1 Présentation du Sénégal

Le Sénégal se situe dans la partie la plus occidentale du continent africain, il est bordé par la Mauritanie, le Mali, la Guinée et la Guinée-Bissau, et à un carrefour de grandes routes maritimes et aériennes. Il entoure la Gambie, pays anglophone de petite superficie [figure 1.1] (Gouvernement du Sénégal [Gouv. Sn], 2017; Banque mondiale [BM], 2021). Il a une superficie de 196 722 km² avec une façade de 500 km sur l'océan Atlantique. (Gouv. Sn, 2017).

Il est doté d'un climat tropical et sec caractérisé par deux saisons : une saison sèche de novembre à juin (pendant laquelle soufflent les alizés maritimes qui apportent de la fraîcheur au niveau du littoral, et l'Harmattan sec et chaud qui charge l'air de poussières et engendre le phénomène des brumes sèches) et une saison des pluies de juillet à octobre. Il doit son nom au fleuve qui le borde à l'est et au nord et qui prend sa source dans le *Fouta Djallon* en Guinée. Sa population totale est estimée à 17 215 428 d'habitants, dont le quart réside dans la région de Dakar. Le pays a eu en 2020 un taux brut de mortalité moins importante, soit 6,8 ‰ comparée à 7,40 ‰ pour le Canada et 9,80 ‰ pour la France (Agence

nationale de la statistique et de la démographie [ANSD], 2012a; Population Data, 2002-2018a). Par contre, son taux de mortalité infantile en 2020 est de 37,10 ‰ contre 4,40 ‰ pour le Canada et 3,6 ‰ pour la France (Population Data, 2002-2018b). Sa population est composée, essentiellement, de jeunes, soit 50 % de la population. Par conséquent, le pays a un fort taux d’analphabétisation en 2020, soit 42,3 % des habitants ne savent pas lire ou écrire, ce qui rend difficile son développement (Population Data, 2002-2018c). Il est l’un des pays les plus stables d’Afrique. Il a pris son indépendance en 1960, et a connu trois alternances pacifiques. (Gouv. Sn, 2017; France diplomatie, s. d; BM, 2021a) La figure 1.1 donne un aperçu de la position du Sénégal dans le continent africain et celle du milieu à l’étude, soit la région de Dakar (figure 1.2) dans le Sénégal.



Figure 1.1 Carte de la République du Sénégal (Tiré de Population Data, 2002-2018)

Son activité économique a enregistré une progression de 4,4 % en 2019, après une augmentation de 6,2 % en 2018. Ce retard de l’économie s’est fait dans un contexte de hausse de 1,9 % du niveau général des prix après une dépréciation de 0,8 % en 2018. Le pays a exporté plus (+11,2) que ce qu’il a importé (+5,3 %) en 2019. (ANSD, 2012b) La majeure partie de la population sénégalaise se trouve à Dakar, soit près de 4 millions d’habitants. Cette ville a une importance particulière pour le Sénégal et l’ensemble de la sous-région. Elle représente le pôle économique national (ANSD, 2020a).

1.2 La place de Dakar dans le Sénégal

La région de Dakar fait partie des 14 régions administratives du Sénégal. Elle est la capitale politique, économique et culturelle du pays et abrite plus du tiers, soit 40 % du tissu économique. Parmi les 14 régions administratives, elle représente la plus petite (550 km²/figure 1.2), soit 0,3 % du Sénégal et la plus grande en termes de densité de peuplement, soit 6 601 habitants/km² en 2018. Elle a été, de 1902 à 1956, capitale du gouvernement général de l’Afrique-Occidentale Française (AOF). Sa position géographique est très stratégique, car étant à l’extrême ouest de la presqu’île du Cap-Vert, au bord de l’océan atlantique. « Elle est comprise entre les 17° 10 et 17° 32 de longitude Ouest et les 14° 53 et 14° 35 de latitude Nord. »

Sa position géographique et son statut économique et administratif lui confèrent plus de privilèges par rapport aux autres régions. Une croissance urbaine a été constatée depuis le premier recensement de la population et de l’habitat en 1976. La principale raison est due à son rayonnement économique et à sa localisation stratégique. (BM, 2021b; ANSD, 2020a; Gouv. Sn, 2017) Sa position lui facilite les échanges internationaux en transport maritime, de biens provenant d’autres pays du monde. Construite sur une magnifique rade en eau profonde, son port est l’un des ports de commerce le plus achalandé de l’Afrique de l’Ouest. Elle a un port de pêche très actif, autour duquel s’est développée une importante industrie de traitement du poisson. Elle abrite aussi d’autres activités industrielles telles que textiles, usines de transformations et une raffinerie de pétrole (ministère des Affaires étrangères, s. d.)

Dakar a connu un grand changement concernant la faune et la végétation au profit du bâti (figure 1.2). Ce constat est essentiellement fait sur le littoral dans le département de Guédiawaye. La zone de maraîchage par excellence, qui se trouve à la zone des Niayes de Pikine, n’abrite plus maintenant que des bâtiments (figure 1.2). Les espaces ouverts sont tous convertis en zones de culture. Les forêts classées étant agressées abritent quand même quelques espèces végétales (*Anarcadium occidentale*, *Eucalyptus sp* et *Casuarina equisetifolia*). Les espèces fauniques sont très rares à cause de la dégradation du couvert végétal suite à un baume démographique et de l’urbanisation. Ainsi, quelques rares spécimens sont répertoriés dans le département de Rufisque et dans la forêt de Mbao (lézards, gibier à poils, gibier d’eau, gibier à plumes, singes, chacals communs, canards à plumes, pigeons maillés et francolins). (ANSD, 2020c)

Le transport en région dakaroise a connu un grand essor, et son parc automobile a vécu un énorme changement en l’espace de 16 ans, soit 125 000 véhicules en 2001 (Lombard et al., 2003) et 384 255 véhicules en 2017 (ANSD, 2020c). Il faut souligner que la majeure partie des voitures ont plus de

10 ans, soit 59 % de l'effectif total. La majeure partie de ces véhicules sont des voitures particulières (56 %), taxis urbains 11 % et camionnette 9 %. Un effectif de 96 619, des voitures concerne celles âgées entre 6-10 ans, soit 25 % du total et celles neuves avec une proportion de 16 %. (ANSD, 2020c)

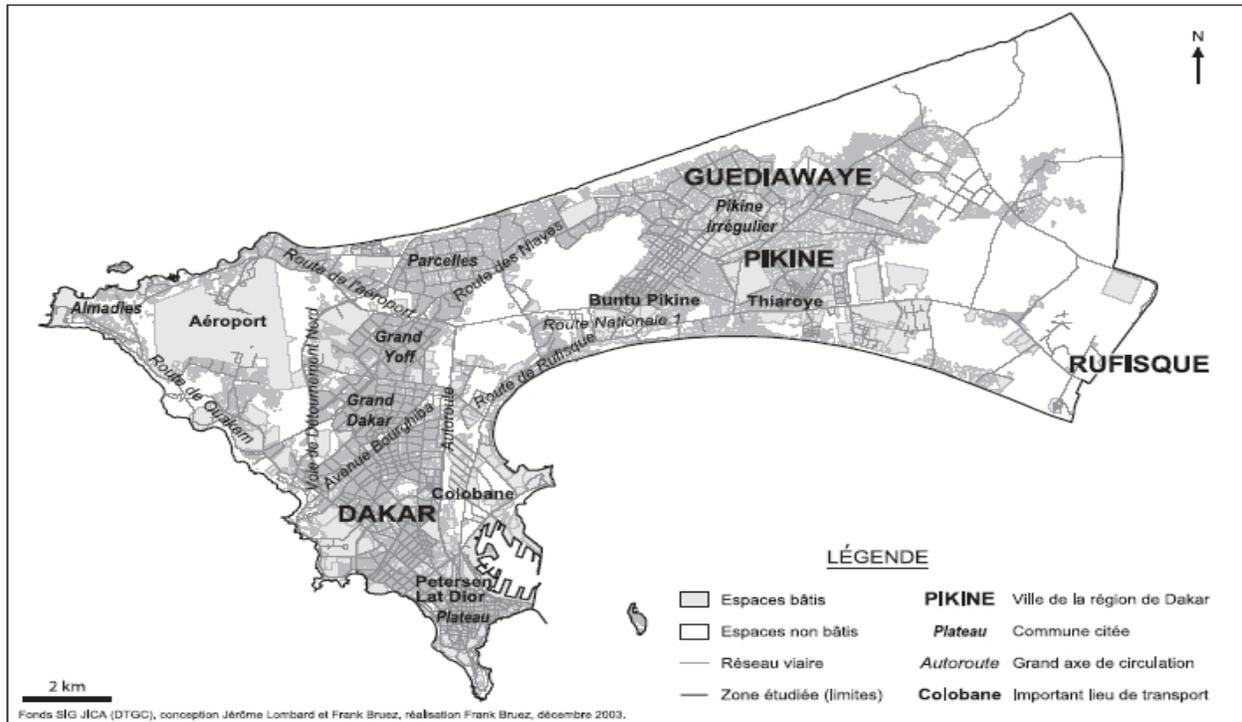


Figure 1.2 Divisions de la région de Dakar (Tiré de Lombard et al., 2004)

Dakar est la région la plus petite et la plus dense en termes d'habitants. De plus, elle concentre la majeure partie des activités industrielles du Sénégal. Son parc automobile dépasse largement celui des autres régions du pays. Par exemple, la région de Thiès en compte un total de 58 340 véhicules alors que sa superficie de 6 670 km² est 12 fois plus grande que celle de la région de Dakar (ANSD, 2020d). Ces différentes problématiques donnent le goût de s'asseoir et de réfléchir sur un aspect très important, soit la pollution atmosphérique à Dakar.

1.3 Diagnostic de la situation

Le diagnostic permettra d'entrer en contact avec les citoyens et citoyennes de Dakar. Il donnera l'opportunité de déterminer concrètement la situation de la pollution atmosphérique dans la région. Les résultats obtenus lors de l'entrevue non dirigée y seront exposés.

1.3.1 Situation sur le terrain

Cette section donne l'opportunité d'exposer la situation réelle de la région de Dakar en image. En 2016, la capitale nationale du Sénégal arrive au deuxième rang parmi les 20 grandes villes les plus polluées au monde (AFP, 2017-2021). Ainsi, la situation sur le terrain suscite de l'intérêt. La plus grande partie de la pollution atmosphérique à Dakar provient de la circulation routière (Demay, 2011). La majeure partie des voitures sont âgées et génèrent des composés nocifs dus à une technologie non efficace. L'analyse de benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (BTEX) effectués a révélé que le toluène est le polluant volatil en plus grande concentration dans les rues de Dakar, soit entre $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $1950 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentration du benzène et du xylène atteint de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à $650 \mu\text{g}/\text{m}^3$, alors que le méthylbenzène est constant autour de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (Traduction libre : Ndong et al., 2018) Ces polluants atmosphériques proviennent en majeure partie de véhicules très âgés.



Figure 1.3 Car rapide en circulation dans les rues de Dakar et à droite un taxi de marque Toyota Carina 2 de 1988 coincé dans la circulation de la Corniche Ouest de Dakar (à gauche tiré de National Geographic, 2015-2017; à droite, photographié par Seck, 2021)

La figure 1.3 montre un *car rapide* âgé de plus de 50 ans et un taxi qui roulent dans les rues de Dakar en émettant une grande quantité de fumée toxique. Ces véhicules font partie de ceux qui polluent le plus l'atmosphère de Dakar. (Clark et al., 2020; National Geographic, 2015-2017). Il est visible sur la photo à droite, un taxi âgé de 33 ans dans le trafic à l'heure de pointe. De la fumée émanant de son pot d'échappement peut être constatée.

À ces facteurs s'ajoutent d'autres qui engendrent cette pollution au monoxyde de carbone (CO), c'est la pollution des HAP qui proviennent de la combustion incomplète de matières organiques d'origine

anthropique. Il s'agit essentiellement, de l'industrie de raffinerie du pétrole, de l'incinération des matières résiduelles, de la combustion du bois mort à des fins de cuissons (Traduction libre : Ndong et al., 2018). L'huile usée est aussi un polluant atmosphérique à ne pas négliger dans la région de Dakar ainsi que dans la sous-région.



Figure 1.4 Dépotoir souillé d'huile usée par un-garagiste à Thiès (Photographié par Seck, 2021)



Figure 1.5 Migration de l'huile usée à 6 m du-dépotoir (Photographié par Seck, 2021)

Sur la figure 1.4, un baril d'huile est visible sur un sol noirâtre, causé par les rejets d'huile à cet endroit. Des matériaux dangereux sont constatés, soit un carter à huile de véhicule visible par terre avec des bouteilles d'huiles vidées et une batterie de remplacement pour véhicule usagé. Ces matériaux peuvent contaminer les lieux d'enfouissement (Olivier, 2017). Cet endroit a été découvert grâce à Ousmane, un apprenti mécanicien qui a travaillé presque trois ans dans cet atelier. À une question sur la gestion de ces huiles, il précise que deux ateliers mécaniques sont voisins, mais qu'ils déposent toutes les huiles usées au même endroit puisque souvent des particuliers viennent acheter une certaine quantité pour fins de valorisation. Le dépotoir se localise à l'ouest des deux garages. Par exemple, ces particuliers revendent l'huile usée à d'autres organismes ou professionnels qui l'utilisent dans le cadre de leurs activités industrielles (menuiserie). Les conséquences de ces huiles sont visibles dans le garage (figure 1.5), non loin du dépotoir, l'huile a migré à environ six mètres vers la rue qui sépare les garages et les terrains contigus. Le sol a changé de couleur partout dans l'atelier (figure 1.4 et 1.5). De plus, une odeur nauséabonde se fait sentir sur les lieux, et même jusqu'à l'intersection qui mène au quartier Mbour 3, soit une distance de vingt mètres du dépotoir. L'air dans ce secteur est vicié, car pouvant contenir des composés organiques non méthaniques (COVNM) et des HAP. La figure 1.3 est dans cette

même catégorie quant à l'émanation de polluants avec des impacts négatifs. Ces substances sont dangereuses pour la santé des garagistes, des habitants du secteur et des personnes qui fréquentent cet environnement (Ndong, 2019; Gouvernement du Canada [Gouv. Can], 2021a; Gouvernement du Grand-duché de Luxembourg, 2019).

Il y a aussi la présence de particules aéroportées de PM_{10} et $PM_{2,5}$ dans l'atmosphère qui rendent la respiration très difficile pour les porteurs de maladies respiratoires ou chronique, et nocif pour le reste de la population dakaroise (Traduction libre : Clark et al., 2020; Notre-planète, 2001-2021; Bernstein et al., 2004; Encyclopédie de l'environnement, s. da.) La poussière provenant du désert du Sahara en est la cause principale.



Figure 1.3 Couche épaisse de poussière dans les rues de Thiès (Photographié par Seck, 2021)

La figure 1.5 date du 19 février dans le quartier de 10° à Thiès. Elle atteste des particules de sable visibles de façon continue dans l'atmosphère. Durant deux mois consécutifs (janvier à février 2021) des particules aéroportées ont été présentes dans l'air des régions du Sénégal (Sud quotidien, 2020; Seneweb, 2019a).

Dakar se situe dans un site unique qui ne possède pas de concentrations de PM_{10} identiques aux autres pays. Sa localisation fait d'elle un lieu très exposé à l'Harmattan (vent sec et chaud) qui apporte une grande quantité de poussières dans l'air de Dakar. Ces poussières sont une des causes de la concentration atypique des PM_{10} (Demay, 2011; Clark et al., 2020).

D'autres phénomènes résultants de la pauvreté et une mauvaise gestion des ordures à Dakar et dans la sous-région du Sénégal engendrent la pollution de l'air. Ceux sont les méthodes traditionnelles de cuisson au bois mort dans les foyers et l'incinération d'ordures (Traduction libre : Ndong et al., 2018; Traduction libre de : Clark et al., 2020; National Geographic, 2019; Jeune Afrique [JA], 2021). Ainsi le site de *Mbeubeuss* (figure 1.6) accumule les ordures au nord de Dakar sur une superficie de 114 ha. Près de

2000 personnes habitent ce secteur en contact permanent avec le site (JA, 2021). Le diagnostic a permis de relever ces différents facteurs de pollution sur le terrain. Ces facteurs de pollution seront étudiés plus en profondeur à la section 1.4.



Figure 1.4 Mbeubeuss, un lieu de dépôt et d'enfouissement d'ordures dans la région de Dakar (Tiré de JA, 2021)

1.4 Entrevue non dirigée

La collecte de l'information primaire (entrevue non dirigée) a permis d'être en contact avec les populations et de les côtoyer. Elle situe le niveau d'information des citoyens et citoyennes en rapport à la problématique de la pollution. Autrement dit, est-ce que les populations ont une certaine connaissance des conséquences qui découlent de la pollution atmosphérique ? La majeure partie des personnes interviewées étaient sur le terrain (deux chauffeurs de taxi, trois chauffeurs de transport en commun (*DEM dik, car rapide* et *Ndiaga Ndiaye*), quatre mécaniciens dans deux ateliers différents, un médecin pneumologue de l'hôpital Fann) et cinq personnes prises au hasard parmi celles souvent exposées à la pollution de l'air extérieur, soit une étudiante à la faculté d'anglais de l'Université de Dakar, deux maçons et deux marchands ambulants du marché Petersen. Au total 15 personnes ont été interrogées. Des prénoms fictifs sont choisis pour les 15 participants afin de garder leur identité respectives.

Sur le plan éthique, un formulaire de consentement a été distribué aux personnes interviewées puis signé par elles-mêmes. Les paragraphes qui suivent présentent les résultats des entrevues effectuées auprès des participants.

1.4.1 Méthodologie

Mise à part la récolte d'informations secondaires sur le sujet, l'entrevue non dirigée faite auprès des 15 personnes recensées à Dakar a permis d'établir le niveau de connaissance des enjeux liés à la

pollution atmosphérique dans cette région. Grâce aux informations obtenues auprès des participants, la situation sur le terrain a été facilement déterminée. Des questions d'ordre général ont été posées afin de récolter plus d'informations. Par exemple, que connaissez-vous de la pollution atmosphérique ? Il arrive souvent de poser une ou deux questions fermées afin d'avoir de l'information spécifique. Par exemple, pouvez-vous nommer un danger spécifique lié à la pollution de l'air extérieur ? Êtes-vous conscient des effets de la pollution sur votre santé ou sur l'environnement ? Les entrevues se sont déroulées en majeure partie dans les rues de Dakar et de Thiès, soit à Colobane, les Parcelles assainies Unité 25 et 26, à Petersen, à Guédiawaye, à Fann-Point E-Amitié (hôpital Fann et Université Cheikh Anta Diop de Dakar) et à la ZAC de Nguinth. Les entrevues ont eu lieu du 27 avril au 16 mai 2021.

Le Sénégal est officiellement reconnu comme un pays francophone (Gouv. Sn, 2017), mais la langue davantage parlée par sa population est le Wolof. (Diouf, Ndiaye et Dieme, 2018) Voilà pourquoi la langue Wolof était principalement utilisée lors des entrevues, et souvent mélangée avec le français. En effet, seul le médecin pneumologue Diop a pu tenir une discussion complète dans la langue de Molière.

Pour ne pas manquer d'éléments importants, l'utilisation d'un enregistrement a été privilégiée. Ensuite les informations obtenues de chaque participant ont été traduites en français puis rapportées par l'auteur de cet essai qui a le Wolof comme langue maternelle.

Le temps alloué au traitement de l'information recueillie auprès des personnes interviewées est légèrement dépassé, soit trois journées consécutives de six heures. Finalement, un entretien téléphonique de 28 minutes avec monsieur Tanguy, un responsable au CGQA a été réalisé afin de renforcer la crédibilité des résultats obtenus.

La durée des entrevues avec chaque participant se situait entre cinq et sept minutes. La section qui suit permettra d'exposer les résultats obtenus.

1.5 Analyse des résultats de l'entrevue non dirigée

Cette section permet d'exposer les résultats obtenus lors des entrevues avec les 15 participants et un travailleur au CGQA. L'analyse de ces résultats donnera plus de clarté et de crédibilité au diagnostic présenté à la section 1.3. La majeure partie des personnes interrogées n'ont aucune connaissance formelle liée aux enjeux de la pollution atmosphérique. Cependant toutes disent que la pollution est dangereuse pour leur santé. Est-ce une information suffisante, cela ? À chaque fois qu'un participant aborde cette problématique sanitaire, la question suivante lui est posée : comment la pollution peut-elle affecter votre santé ? Mis à part l'étudiante et le pneumologue, les réponses des autres participants

étaient presque les mêmes. Ils disent qu'ils ne savent pas trop, mais que c'est lié aux poumons. D'ailleurs, les deux chauffeurs de taxi, les trois chauffeurs de transport en commun et les deux garagistes ont avancé ceci : « vu le danger que la pollution de l'air peut causer à nos poumons, je prends presque chaque soir du lait pour atténuer les effets ». Apparemment, la prise d'une bouteille de lait est fréquente partout dans le pays, m'apprennent-ils, mais son efficacité demeure incertaine.

Tous les chauffeurs interrogés doutent de la qualité de l'essence. Seul un parmi eux avait une voiture à essence, les quatre autres conduisaient des moteurs à gasoil. La nécessité de consulter une station d'essence s'imposait afin de connaître la qualité de l'essence. Une fois à une station de la place, la question suivante a été formulée : avez-vous de l'essence sans plomb ? La réponse très surprenante du pompiste en riant « Ici, on ne connaît pas cela, il y a juste deux possibilités partout dans les stations du pays, soit de l'essence ou du gasoil/diésel. » Cela confirme ce qu'avance Liousse (2010) sur la mauvaise qualité du carburant vendu dans les pays de l'Afrique de l'Ouest. Il faut alors souligner que cette mauvaise qualité de carburant vendu à Dakar combinée avec les vieilles voitures qui ne sont pas toujours équipées de pots catalytiques (rôle de réduire les NO_x) augmente les émissions de PM₁₀ (Demay, 2011).

En ce qui concerne les deux garagistes, ils croyaient être en face d'un agent des services d'hygiène ou un journaliste. Il a fallu même leur montrer une carte étudiante, afin qu'ils ouvrent la porte d'entrée. Ce qui attire l'attention, c'est que ces deux garages mécaniques ne sont pas dans la même zone. L'un se trouve à Guédiawaye et l'autre à Thiès. La fiche de consentement leur a été présentée par le même procédé que celui des chauffeurs et d'autres participants. Papis (21 ans) étaient le premier mécanicien interrogé. Son atelier se trouve à Thiès. Concernant la gestion des matières dangereuses (huiles usées, graisse, batteries, mélange d'huiles et d'essence) qu'ils ont l'habitude d'utiliser, il dit que lui et ses collègues les jettent à côté de leur atelier dans un terrain abandonné, en Wolof « *thia aleba* ». Il ignore totalement les dangers que ces produits présentent pour l'environnement et la santé humaine. Il indique qu'il n'a jamais fréquenté les bancs d'école. Ce qui est souvent une problématique pour les sensibiliser sur les dangers liés aux produits toxiques qu'ils utilisent. Modou (33 ans) travaille dans un garage mécanique à Guédiawaye (figure 1.10 et 1.11). Ses réponses sont identiques à celles de Papis. Par contre, lui a étudié jusqu'au secondaire cinq. Ibou, le jeune homme de 14 ans sur la figure 1.11 est son neveu. Il était en train de nettoyer un catalyseur démonté pour ensuite le remonter sur le même véhicule, sans aucune protection au préalable.

Seule Fatou, l'étudiante, s'est démarquée dans les réponses fournies lors de l'entrevue. Croisée au couloir de la mort de l'université de Dakar (une rue formant une souricière sur le campus), elle a pris le

temps de signer la fiche de consentement et de répondre aux questions. Dans son argumentation, elle met de l'avant la responsabilité de l'État et des municipalités. Elle admet que la majeure partie de la population n'est pas éduquée ou au moins informée en rapport aux enjeux de la pollution atmosphérique. Ce qu'elle déplore d'ailleurs.

Les quatre autres personnes interrogées, soit les deux travailleurs en construction (Basse et Fallou) et les deux marchands ambulants (Tapha et Idrissa) ont formulé des réponses presque similaires. Les deux maçons ont été interrogés dans la ville de Thiès (Zac Nguinth) dans un chantier de construction; tandis que les marchands ambulants au plein centre-ville de Dakar (Petersen). Par ailleurs, à côté du chantier de construction de Fallou et Basse, se trouvent les restes d'un feu de désherbage récent (figure 1.7).



Figure 1.5 Débris d'un feu enclenché par les travailleurs de la construction comme méthode de désherbage à Thiès, Zac Nguinth (Photographié par Seck, 2021)

Fallou (visible sur la figure 1.7) était très confiant dans ses réponses. Il reconnaît qu'enclencher le feu n'était pas bon pour l'environnement, ni pour eux et les populations qui habitent la zone ainsi que pour les espèces animales. Fallou ira plus loin dans son argumentation en disant : « que les espèces qui s'y trouvent n'auront plus d'habitats, et dès lors, elles se retrouvent en état de risque ». Basse partage l'avis de Fallou en y ajoutant qu'à chaque fin de quart, il passe à la boutique acheter une bouteille de lait et des pastilles à la menthe pour atténuer les effets de la pollution.

Tapha et Idrissa, les deux vendeurs ambulants avancent que la pollution atmosphérique dans ce secteur est un phénomène inquiétant. Ils ont donné comme référence un de leur collègue qui n'était pas venu ce jour, car il souffre de problèmes respiratoires. Dans sa conclusion, Idrissa a mentionné ceci : « J'ai souvent les yeux qui brûlent et des maux de tête à cause de la fumée qui provient des voitures. Le gouvernement doit interdire les voitures à gasoil, car elles sont plus problématiques. » Ils disent qu'ils

sont habitués à la fumée des véhicules qui parcourent la zone, dont la plupart sont des voitures très âgées. (Demay, 2011)

Dr Diop dit qu'il reçoit en moyenne plus d'une dizaine de personnes par jour pour des radiographies pulmonaires ou analyses. Et la majeure partie de ces personnes souffrent d'infection respiratoire. Interrogé sur les effets du lait quant à l'exposition à la pollution, il dit « que cela est devenu une réalité dans la société sénégalaise, et pourtant il n'est pas prouvé scientifiquement que le lait est un outil efficace pour atténuer les effets de la pollution de l'air ». En effet d'après les recherches effectuées à cet égard, il ressort de cela que le lait non concentré était plutôt mauvais pour la santé, et peut augmenter les risques de maladies comme le cancer de la prostate et des maladies cardiovasculaires. « En somme, boire du lait à l'âge adulte n'est pas essentiel au maintien d'une bonne santé, et pourrait exercer certains effets néfastes suite à sa consommation ». (Institut de cardiologie de Montréal [ICM], s. d.)

L'entretien avec monsieur Tanguy (18 mai 2021) a permis de savoir que les cinq centres de contrôle mesurant l'indice de la qualité de l'air (IQA) à Dakar ne sont pas tous fonctionnels. « Donc, il manque des données importantes quant à la signification des particules en suspension dans l'air de Dakar ». Il admet d'ailleurs que leur site internet n'est plus fonctionnel depuis 2019, mais ignore la cause de ce « problème technique ». (Entretien avec Tanguy, 2021)

Suite à la réalisation de cette entrevue non dirigée, il est maintenant nécessaire d'exposer les différents facteurs anthropiques de la pollution atmosphérique à Dakar et à Thiès.

1.6 Les différentes sources anthropiques de pollution atmosphérique à Dakar et à Thiès

L'avance économique, l'industrialisation et l'importance des moyens de déplacement définissent l'image des grandes villes du monde. (Ndong, 2019) En effet, la circulation routière, les activités industrielles, l'incinération des ordures au milieu des lieux d'habitation, la déforestation et les activités domestiques sont les principales sources de polluants atmosphériques à Dakar, auxquelles peuvent être ajoutés la poussière provenant du désert du Sahara et les feux de forêt (Ndong, 2019; Clark et al., 2020; National Geographic, 2015-2017; Bernstein et al., 2004). Un autre facteur vient s'ajouter à la liste, c'est la pollution générée par les garagistes automobiles du secteur informel, qui rejettent au sol les huiles usées des carters de véhicule (Tremblay et al., 2000).

Pourtant, l'Arrêté interministériel portant gestion des huiles usées de 2007 stipule à son article 3 les interdictions en rapport à l'usage et la gestion après usage des huiles usées (Gouv.sn, s. d.) Cet instrument n'est pas respecté par les garagistes du secteur informel.

1.6.1 Le secteur industriel

Dakar est en pleine croissance aussi bien démographique (section 1) qu'industrielle. Par conséquent, les déplacements de la population sont plus fréquents. Les activités industrielles génèrent des polluants atmosphériques telles que des PM_{10} , du dioxyde de carbone (CO_2) et du dioxyde de soufre (SO_2). Ils proviennent la plupart du temps des industries qui ont recours à une combustion dans leurs activités (production d'acide sulfurique, énergie, production de pâte à papier, raffinage du pétrole) et de la combustion de carburants fossiles contenant du soufre. Les industries influent aussi sur les concentrations de PM_{10} présentes dans l'atmosphère (Demay, 2011; Ndong, 2019; Ministre de l'Environnement et du Développement Durable [MEDD], 2015b). Il faut souligner que la concentration de PM_{10} dans l'air varie selon le quartier ou la zone étudiée, c'est-à-dire s'il s'agit d'une zone industrielle ou résidentielle (Demay, 2011). En effet, les zones qui abritent des activités industrielles sont les plus exposées aux particules fines. Par exemple *Business & Human Rights Resource Centre* (2016) rapporte que des fuites de carburants du pipeline de la Société africaine de Raffinage (SAR) ont été constatées par les habitants de la localité de Thiaroye/mer. L'air était irrespirable à plusieurs mètres, causant des problèmes environnementaux et sanitaires dans cette zone.



Figure 1.6 Pipeline de la SAR en feu dans le quartier de Dalifort (Tiré de : Seneweb, 2019b)

La figure 1.8 montre un des pipelines de la Société africaine de Raffinage qui prend feu à côté des rails, précisément dans le quartier de Dalifort à Dakar. L'incendie a eu lieu en 2019, heureusement seule une fuite localisée du pipeline avait pris feu. Par contre, la qualité de l'air était dégradée dans le quartier (Seneweb, 2019b).

La société commerciale du ciment (SOCOCIM) et la centrale électrique au charbon sont de grandes sources génératrices de pollution atmosphérique. La centrale à elle seule consomme 400 000 tonnes de charbon par an et les émissions nettes annuelles de GES sont évaluées à 964 554 tonnes d'équivalent CO_2 . (France 24, s. d; Banque africaine de développement [BAD], 2009)

1.6.2 Le secteur du transport routier

Le secteur des transports routiers représente, à lui seul, 71 % des consommations de produits pétroliers. L'énergie consommée par les véhicules routiers a connu au cours des six dernières années une croissance de plus de 4,3 % par année. Le secteur du transport routier apporte une contribution financière importante dans l'économie du pays, soit 4 % de produit intérieur brut et 0,26 % de la croissance en 2005 (MEDD, 2015a). Les émissions véhiculaires constituent l'un des principaux facteurs contribuant à la dégradation de la qualité de l'air extérieur dans les centres urbains. Elles contribuent à hauteur de 25 % à 75 % à la pollution atmosphérique urbaine (Ndong, 2019). Le Sénégal dispose d'une norme qui fixe les exigences auxquelles doivent satisfaire les gaz et fumées des véhicules terrestres à moteur [norme sénégalaise NS 05-060]. Elle s'applique normalement aux CO, aux hydrocarbures volatils et à l'opacité des fumées (Association Sénégalaise de Normalisation [ASN], 2003). Par contre, d'après la situation relevée sur le terrain, force est de constater que cette norme est en désuétude, car elle n'est visiblement pas respectée par la majeure partie des véhicules routiers qui circulent dans les rues de Dakar. L'état de la chaussée (sèche ou humide) et les embouteillages sont aussi des facteurs qui expliquent les émissions importantes de polluants atmosphériques (Demay, 2011). De vieilles voitures importées d'Amérique et d'Europe dominent largement la circulation routière de Dakar. Ces voitures privées effectuent les transports en commun et personnels. Nombreux sont des transports privés qui ne respectent pas les règles de protection environnementale (Clark et al., 2020; Ndong, 2019; Lombard et al., 2004; Demay, 2011; Traduction libre : Dombia et al., 2018). Le non-respect de la norme par les sociétés et particuliers importateurs de véhicules usagés augmente les polluants atmosphériques au Sénégal précisément à Dakar. Cela rend difficile la respiration de l'air par les populations et met en même temps l'environnement en péril (Demay, 2011).

La pollution atmosphérique menace sérieusement la zone urbaine de Dakar et de Thiès. Elle engendre davantage la pauvreté, car les émissions rejetées par le transport affectent la santé des habitants. Cette pollution est aussi une source importante de gaz à effet de serre (GES) donc affecte le climat et les écosystèmes (Nations Unies, 2007; Ndong, 2019; Demay, 2011).

1.6.3 Les garagistes automobiles

La plupart des mécaniciens du secteur informel ont développé leur expertise « dans la rue », c'est-à-dire qu'ils n'ont pas acquis de formation dans un lieu d'enseignement. Ils apprennent la mécanique auprès d'un chef d'atelier qui gagne en moyenne 6000 CFA (12 USD) par jour (Agence Anadolu, 2019). Donc, difficile à offrir un matériel efficace et sécuritaire pour eux et pour les usagers.

La gestion des huiles usées fait partie de nombreux enjeux préoccupants et problématiques pour l'environnement et la santé des citoyens et citoyennes. L'état des lieux de la plupart des garagistes mécaniques du secteur informel au Sénégal est insalubre et dangereux (présence d'HAP et de COVM) pour l'environnement et la santé humaine (Ndong, 2019; Olivier, 2017), figure 1.10 et 1.11



Figure 1.7 Matières dangereuses déposées sur le sol autour de voitures non fonctionnelles (Seck, 2021)



Figure 1.8 Jeune apprenti mécanicien de 14 ans qui nettoie un catalyseur démonté (Seck, 2021)

La majeure partie de ces garagistes sont des généralistes en mécanique. Ils procèdent à la réparation de toutes pannes et travaux d'entretien sur un véhicule. Ils travaillent sous des conditions difficiles et non sécuritaires.



Figure 1.9 Jeune apprenti de 19 ans qui soulève un moteur à l'aide d'un palan manuel à la gare de Thiès (Seck, 2021)

La figure 1.11 montre Manous, un jeune de dix-neuf ans qui utilise un palan manuel de trois tonnes pour soulever un moteur de voiture Peugeot 406 afin de le replacer sur un autre véhicule, m'apprend son patron assis à côté de moi. « L'adage enseigne qu'une image vaut mille mots, mais ici deux images valent deux-mille mots. » Les risques sur ces deux images sont évidents, non seulement pour l'environnement, la santé, mais aussi la sécurité bien évidemment. Le sol a totalement changé de couleur, des flaques sous les pieds de Manous montrent de l'huile, de la graisse et de l'essence. Le jeune homme n'a aucun équipement de protection individuelle. Il ne dispose pas de chaussure de sécurité ni de gants ou lunettes de protection pour se protéger contre les produits chimiques. Les mécaniciens consultés ne disposent pas de séparateurs de graisses et d'hydrocarbures, les installations physiques génèrent un impact négatif sur l'environnement et la santé, car n'ayant pas de traitement différencié des produits chimiques qu'ils manipulent (Rivero, 2018).

1.6.4 Les méthodes traditionnelles liées à la cuisson

Le niveau de vie à Dakar et à Thiès est très diversifié selon la zone étudiée. Les zones riches sont surtout au centre des villes et des quartiers moyens à pauvres dans la banlieue (ANSD, 2020a; ANSD, 2020d). Dans le centre de Dakar (Médina, Fann Hock, Gueule Tapée) se retrouvent des familles qui vivent dans une précarité. N'ayant pas les moyens de se payer une cuisinière ou une bonbonne de gaz butane, ces familles préfèrent plus tôt opter pour l'utilisation de bois morts ou du charbon pour préparer les repas quotidiens. Ce phénomène est aussi présent lors de célébration d'évènement (funérailles, mariages, baptêmes, entre autres) à Dakar et dans la sous-région. Ce sont des pratiques dangereuses pour l'environnement et contraires aux principes de développement durable (DD). La consommation de bois combustible a augmenté de 8 % à 54 % entre 2009 et 2013. Cette augmentation est attribuée à la suppression de la subvention du gaz. Par conséquent, la population se tourne vers le bois, et, ainsi, dégrade davantage les forêts. (Ndong et al., 2018; MEDD, 2015a; MEDD, 2015b; Cissokho, Sy et Ndiaye, 2018; Assamoi, 2011) L'usage de bois combustible est un facteur de pollution atmosphérique. (National Geographic, 2019) La fumée qui provient des foyers domestiques contient du monoxyde de carbone CO et probablement des COV nocifs pour la santé, et l'environnement (traduction libre de : Ndong et al., 2018) en plus des matières particulaires. Ces dernières sont associées aux atteintes respiratoires dans les milieux de vie, puisque la majorité des maladies environnementales résultent de la présence de matières particulaires PM₁₀ et moins. (Le Manuel Merck, 2021)

À la suite de la présentation des résultats du diagnostic et les différents facteurs de pollution à Dakar, il s'avère utile de s'interroger aux différentes parties prenantes et acteurs liés à la problématique du sujet. Ils sont illustrés à l'annexe 1. Leur synthèse permet de situer les responsabilités de chaque acteur.

1.7 Les principales parties prenantes

Les parties prenantes impliquées dans cet essai sont nombreuses et variées. Les plus pertinentes quant à la problématique et leur niveau d'influence sont regroupées en quatre blocs (annexe 1).

1.7.1 Présentation du choix de pondération

Pour effectuer une pondération concernant le pouvoir d'influence de chacune des parties prenantes, il a fallu les discriminer, car sinon celles-ci seraient indifférenciable. Leurs préoccupations varient selon l'influence et l'interaction directe avec le sujet. Ainsi, le niveau d'influence se distribue sur des intervalles entre fort, moyen et faible. Une influence forte voulant dire que les parties prenantes ont une plus grande marge de manœuvre quant à la gestion de la pollution de l'air, moyen si celles-ci ont un pouvoir d'influence limité, mais peuvent toutefois avoir des interactions avec les deux autres et faible avec aucun pouvoir d'influence quant à la gestion de la pollution (annexe 1).

2 PRÉSENTATION DES ENJEUX LIÉS À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE LOCALE

Les enjeux liés à la pollution atmosphérique locale à Dakar et Thiès seront exposés dans ce présent chapitre. La pollution de l'air représente un enjeu social majeur (Traduction libre de : *Convention on Biological Diversity* [CBD], s. d.) Elle a des conséquences néfastes sur l'environnement et la santé humaine. Dans ce contexte-ci, « l'environnement désigne les écosystèmes naturels indépendants des êtres humains et entourant un organisme vivant, un animal ou une plante. » (André et al., 2020) La pollution de l'air, notamment particulaire est souvent associée à un fort taux de mortalité et de morbidité d'origine respiratoire et cardiovasculaire (Ndong, 2019; Traduction libre de : Landrigan et al., 2018). Les sections qui suivent abordent, les enjeux environnementaux liés à la pollution de l'air locale, les enjeux sanitaires, les enjeux socioéconomiques, ainsi que le niveau faible d'éducation, comme vecteur de nuisance quant à l'accès des connaissances liées aux effets de la pollution de l'air locale.

2.1 Enjeux environnementaux de la pollution de l'air locale

L'air est un mélange complexe de gaz et de particules dont la composition « normale » est de 78 % d'azote, 21 % d'oxygène et 1 % de composés divers (argon, dioxyde de carbone, etc.) L'altération de la qualité de l'air au Sénégal est très inquiétante, plus précisément à Dakar et à Thiès. Elle constitue de nombreux problèmes liés à la dégradation des écosystèmes de ces deux milieux (Ndong, 2019; Demay, 2011; traduction libre de : The Lancet, 2021; traduction libre de : CBD, s. d.) Quelques-uns parmi ces problèmes seront traités dans cette section. Il s'agit entre autres de la dégradation de l'environnement naturel et des écosystèmes, les conséquences sur les ressources biologiques, ainsi que les changements climatiques et l'effet de serre.

2.1.1 Dégradation de l'environnement naturel et des écosystèmes

« Le droit au développement doit être réalisé de façon à satisfaire équitablement les besoins relatifs au développement et à l'environnement des générations présentes et futures. » (Déclaration de Rio, 1992) En effet, la pollution atmosphérique que subit Dakar ne lui laisse pas l'opportunité de garantir la préservation de l'environnement pour les générations futures. Les Dakarais ne sont pas les seuls touchés par la pollution atmosphérique. Les arbres, les animaux, l'environnement naturel et les bâtis subissent également les répercussions de la pollution de l'air. La pollution atmosphérique à Dakar et Thiès représente un enjeu majeur pour l'environnement. Les particules fines d'origines anthropiques causent d'énormes conséquences à l'écosystème de ces deux régions (Atmo, s. d; Ndong, 2019; ANSD, 2020d). La pollution atmosphérique a de lourdes conséquences sur les cultures et les écosystèmes. Par exemple, des molécules d'ozone peuvent avoir des répercussions sur les feuilles des arbres. L'ozone affecte les

écosystèmes par son comportement oxydant très puissant. Concernant les plantes, il « enraye les fonctions membranaires, ce qui réduit la croissance et la photosynthèse, pouvant conduire à la mort du végétal. » (Centre de formation sur l'Environnement et la Société [CERES], 2014-2015; Olivier, 2017) Si, toutefois, l'exposition à l'ozone est longue, un affaiblissement des organismes et un fort ralentissement de la croissance sont observés, et à terme cela a des effets négatifs sur le rendement des cultures agricoles ou sur le rôle des arbres quant à la séquestration du carbone (Atmo, s. d; Ndong, 2019; Olivier, 2017). Les molécules de l'atmosphère migrent progressivement d'une zone à une autre. Elles parcourent ainsi des distances très importantes et atteignent des écosystèmes vulnérables. Sous l'effet des oxydes d'azote (NO_x), SO_2 , du CO et des HAP, les pluies et brouillards deviennent plus acides et altèrent les sols et les cours d'eau. Les conséquences résultent cependant à des pertes d'éléments minéraux nutritifs (Olivier, 2017; traduction libre de : Salam et al., 2008; Atmo, s. d; Ndong, 2019; traduction libre de : CBD, s. d; CERES, 2014-2015). Les impacts de ces dépôts de polluants, surtout le soufre et l'azote dépendent de leur mobilité au sol et sur la canopée. En effet, lorsque leurs anions sont lessivés, ils interfèrent avec des cations nutritifs essentiels pour les plantes, comme le magnésium, les ions calcium et le potassium. L'adsorption de ceux-ci, à la surface des particules argileuses du sol, est remplacée par celle des ions H^+ issus des dépôts acides (figure 2.1). En résultent un sol pauvre en nutriments et une acidification du milieu. L'acidification déjà nocive pour certains organismes favorise notamment la libération « dans la solution du sol de l'ion aluminium Al^{3+} plus soluble en conditions acides. » Par conséquent, la forte concentration de l'aluminium représente une toxicité pour les arbres. (Olivier, 2017; CERES, 2014-2015; traduction libre de : CBD, s. d; Gouv Can, 2018) La figure 2.1 donne un aperçu des sources de polluants qui participent à la formation des précipitations acides.

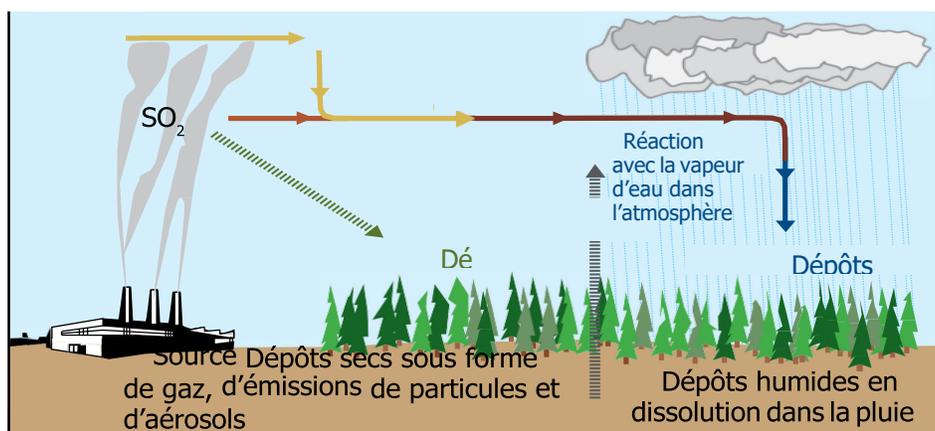


Figure 2.1 Formation des précipitations acides (Tiré de : Cec.org, s. d.)

Les végétaux font partie de ceux qui subissent en premier ressort des effets de la pollution de l'air extérieur, car ils sont immobiles et « constituent la base du fonctionnement des écosystèmes terrestres et aquatiques. » L'impact des polluants sur les plantes dépend des caractéristiques physiologiques et biochimiques des arbres affectés. Cela dépend beaucoup des polluants rencontrés, principalement du SO_2 , CO et les NO_x . Les perturbations organiques chez les plantes sont observables [figure 2.2]. (Encyclopédie de l'environnement, s. db)



Figure 2.2 Changements physiologiques d'une feuille d'arbre causé par des polluants atmosphériques (Tiré de : Encyclopédie de l'environnement, s. db.)

Cela a des impacts sur le bon fonctionnement des écosystèmes et en particulier affecte les relations « plantes-insectes. » (Atmo, s. d; Encyclopédie de l'environnement, s. db; Olivier, 2017; Traduction libre de : CBD, s. d.) Ce phénomène est complexe, car pouvant toucher d'autres espèces sur la chaîne trophique, et cela a des impacts irréversibles sur l'environnement et les écosystèmes (Traduction libre de : CBD, s. d.)

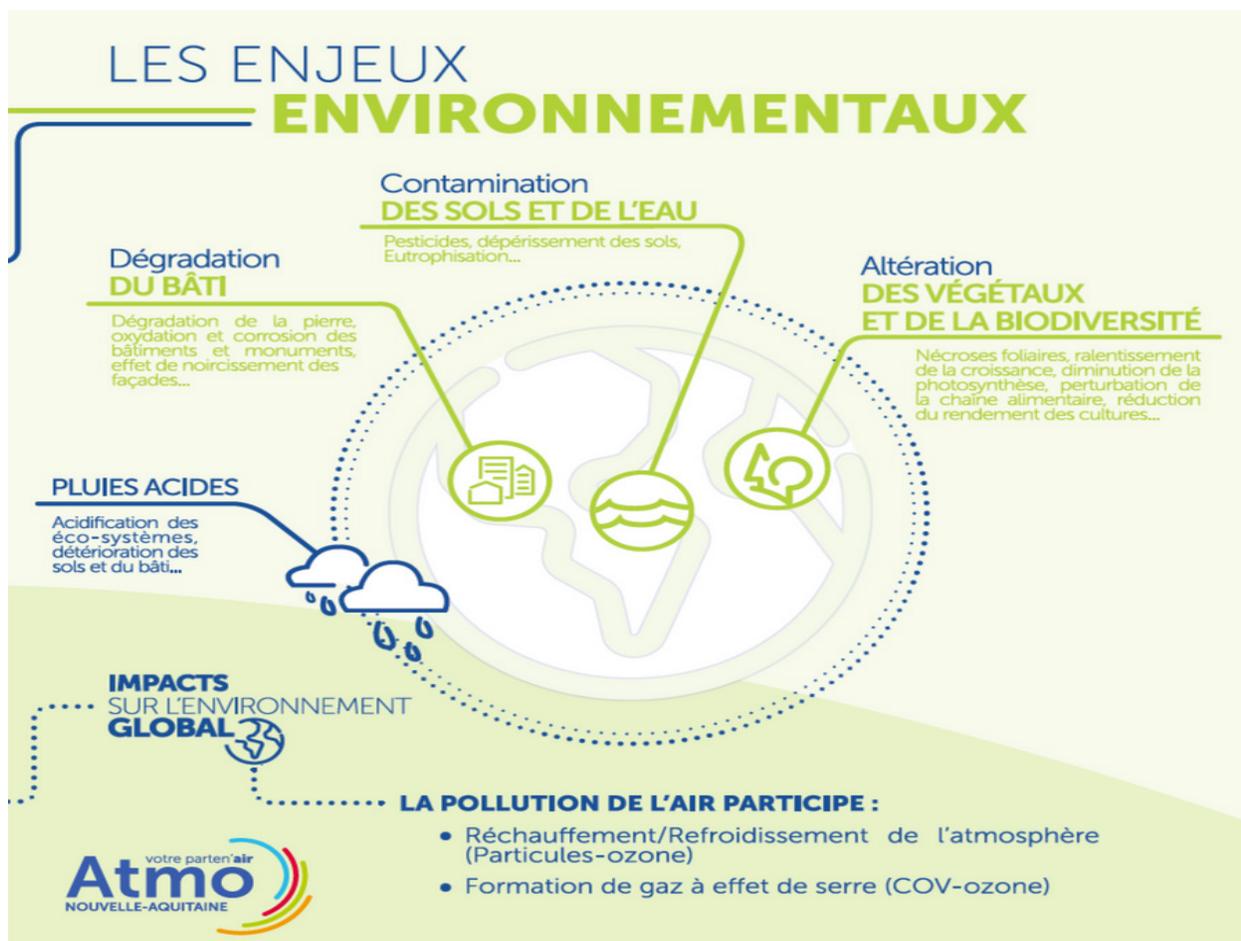


Figure 2.3 Synthèse des enjeux environnementaux découlant de la pollution atmosphérique (Tiré de : Atmo, s. d.)

Les enjeux environnementaux de la pollution de l'air sont illustrés sur la figure 2.3. Elle permet de voir les grands axes de ces enjeux liés à la pollution atmosphérique. En un mot, la pollution atmosphérique est problématique pour les milieux naturels (cours d'eau et lacs), pour les infrastructures, les vertébrés et les plantes. Elle a aussi des effets néfastes quant aux changements climatiques. (Gouv Can, 2018; Atmo, s. d; Ndong, 2019; Olivier, 2017; traduction libre de : CBD, s. d.) Les rendements agricoles sont aussi impactés par la pollution atmosphérique, particulièrement les particules d'ozone, qui font diminuer la productivité agricole. (OCDE, 2016)

2.1.2 Enjeux de la pollution de l'air sur la biodiversité

La qualité de l'air a une forte influence à la survie de certaines espèces animales. Une dégradation de la qualité de l'air amplifie la disparition de certaines espèces en éliminant celles qui sont sensibles et en perturbant les équilibres biogéochimiques. Un taux de mortalité important et une baisse des activités de

la colonie d'abeilles sont souvent le résultat ou les effets délétères de la pollution de l'air. Elle provoque le déclin de la biodiversité des espèces (Atmo, s. d; traduction libre de : CBD, s. d.) Comme mentionné précédemment, les espèces fauniques à Dakar ne sont ni nombreuses ni variées (section 1.2), la pression qu'exerce la pollution sur celles-ci accélère leur disparition.

2.1.3 Enjeux climatiques et gaz à effet de serre

Les gaz à effet de serre sont des molécules hétérodiatomiques et hétérotriatomiques, qui possèdent des liens covalents polarisés. L'accélération de la production et de la consommation massives génère davantage de GES, de polluants atmosphériques sous forme de produits et de particules chimiques (Olivier, 2017; ONU, 1972-2022). Les molécules à effet de serre retiennent la chaleur en empêchant les infrarouges de sortir de l'atmosphère (Olivier, 2017). Les changements climatiques et la pollution atmosphérique sont étroitement liés, de sorte qu'en réduisant la pollution de l'air, le climat est automatiquement protégé (ONU, 1972-2022). Les polluants atmosphériques à Dakar, mentionnés au tableau 2.1 et à la figure 2.4, participent non seulement à la pollution de l'air, mais aussi au réchauffement climatique. Ces polluants ont des impacts sur la santé humaine, animale et végétale.

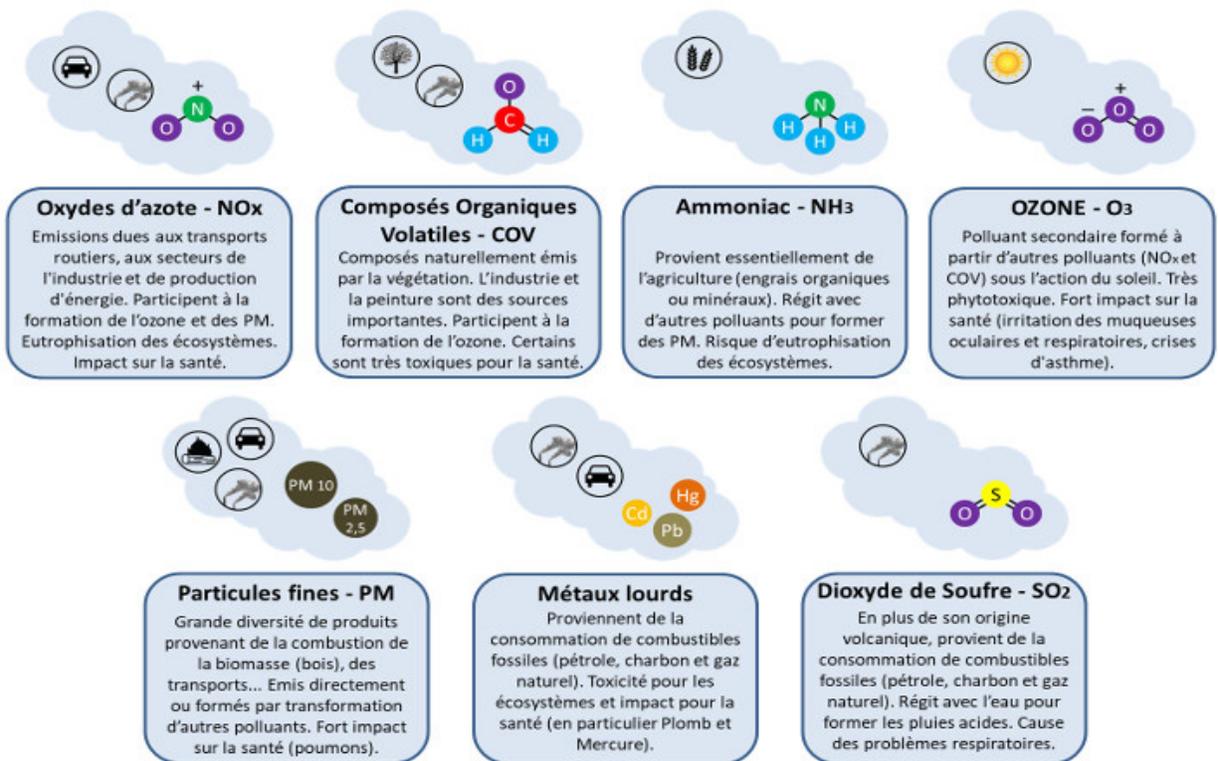


Figure 2.4 Quelques polluants atmosphériques majeurs : leur origine, et impact sur l'environnement et la santé (Tiré de : Encyclopédie de l'environnement, s. db.)

Par exemple, la pollution de l'air par des aérosols provenant des moteurs diesel, de la cuisson avec le bois mort et de la poussière du désert du Sahara ont une influence sur le climat de plusieurs façons : à la fois par le biais d'interactions qui dispersent et/ou absorbent les radiations et par le biais d'interactions avec la microphysique et autres propriétés des nuages, et contribuant à la rétroaction climatique (ONU, 1972-2022; Ndong, 2019; Demay, 2011; National Geographic, 2015-2017). En effet, les changements climatiques contribuent à la pollution de l'air de deux manières. D'une part, lorsque les gaz à effet de serre, causant des changements climatiques, sont relâchés dans l'atmosphère, d'autres polluants impactant le sont aussi. D'autre part, l'augmentation de la température forme une rétroaction en boucle qui accentue la pollution de l'air (Atlas climatique du Canada [ACC], 2021; traduction libre de : The Lancet, 2021). À Dakar et à Thiès, les polluants sont émis en grandes quantités par des activités anthropiques, et cela joue un rôle important dans le renforcement de l'effet de serre conduisant au réchauffement climatique. (CERES, 2014-2015) Les populations dakaroises et Thiessoises sont exposées à davantage de risques combinés par la chaleur et la pollution qui travaillent de pair. Par exemple, lorsqu'il fait plus chaud, les populations inspirent d'air, ce qui signifie qu'elles respirent davantage de polluants néfastes pour leur santé (ACC, 2021; Ndong, 2019; Atmo, s. d; traduction libre de : Landrigan et al., 2018; Traduction libre de : The Lancet, 2021). Les conséquences de ceux-ci seront exposées à la section 2.4. Le rapport de l'institut canadien pour des choix climatiques [ICPCC] (s. d.) sur l'évolution du climat souligne l'importance de maintenir la « température mondiale à 1,5 °C » en dessous des niveaux de l'ère préindustrielle, faute de quoi les répercussions seront davantage néfastes pour la population mondiale (ONU, 1972-2022). Au Sénégal, la chaleur ne cesse de grimper chaque année, il est remarqué que la fréquence des canicules augmente et provoque des fermetures d'écoles ou des reports d'examens d'année en année (Le Point Afrique, 2019).

2.2 Manque d'éducation lié à l'environnement

L'éducation, ici, fait référence à celles préscolaire et secondaire, c'est-à-dire à l'éducation des enfants et des jeunes. Par ailleurs, un Programme de formation-information pour l'environnement (PFIE) a été mis en place entre 1990 et 2001 au Sénégal afin de sensibiliser les écoliers sur l'environnement et son bien-être (Berthelot, 2009). Il faut souligner que 36 projets de développement en partenariat avec le continent européen sont en cours à Dakar et dans la sous-région du Sénégal. Mais l'objectif principal de ces projets ne s'inscrit pas dans la même lignée que le PFIE c'est-à-dire qu'ils n'ont pas d'objectif spécifique lié à l'éducation des enfants à l'environnement (la plateforme des ONG européennes au Sénégal [POES], s. d.) Concernant le PFIE, il va sans dire que :

« Les élèves auraient développé une conscience et des « réflexes » en matière environnementale, en particulier en ce qui a trait à la préservation et à l'assainissement de l'environnement de leur classe et de leur école. Les mauvaises habitudes antérieures, consistant à salir, à endommager ou à gaspiller les ressources, auraient fait place à une attitude de respect et à un engagement dans des actions visant l'entretien et l'amélioration de l'environnement scolaire. » (Berthelot, 2009)

Ce programme avait des retombés positifs pour le Sénégal, car permettant aux jeunes élèves de prendre conscience de leur environnement. De plus, ce projet donnait l'opportunité aux enfants d'appliquer certaines pratiques écoresponsables dans le but de préserver leur cadre de vie. Les 36 programmes de développement en référence s'activent à la scolarisation de la population surtout chez les femmes (POES, s. d.) Il s'avère dès lors important de s'interroger sur le taux d'alphabétisation au Sénégal, précisément à Dakar, et de voir les obstacles quant à son aboutissement.

2.2.1 Le niveau d'alphabétisation

Selon le rapport définitif de l'ANSD (2013), le taux d'alphabétisation de la population sénégalaise ayant 10 ans et plus était de 45,4 %, soit 4238 375 sur 9 327 688 individus. Ce qui veut dire que plus de la moitié, soit 54,6 % sont non alphabétisés, c'est-à-dire ne savent pas lire ou écrire dans une langue quelconque. Les hommes sont plus alphabétisés que les femmes au niveau national.

Il faut souligner que ce taux cache des disparités significatives selon l'âge, le sexe et le milieu de résidence. Par exemple en zone urbaine, comme à Dakar (56,8 %) et Thiès (39,6 %), le taux d'alphabétisation est plus important qu'en milieu rural. La majorité des analphabètes est constituée de femmes (59,0 %) localisées à 62,7 % dans les secteurs ruraux. Le taux d'alphabétisation globale en 2017 selon l'UNESCO (2021) était de 51,9 % toutes les populations d'âge confondus.

En zone rurale, les femmes sont souvent victimes de mariages précoces ou de pauvreté. C'est ce qui explique l'abandon des études (République du Sénégal, 2016; ANSD, 2013). Cette majeure partie de la population non alphabétisée cause d'énormes obstacles pour le pays. L'accès à l'information et son traitement en sont des exemples pertinents. (CESTI, 2012)

2.2.2 Contrainte quant à l'accès à l'information

« La meilleure façon de traiter les questions d'environnement est d'assurer la participation de tous les citoyens concernés, au niveau qui convient. Au niveau national, chaque individu doit avoir dûment accès aux informations relatives à l'environnement que détiennent les autorités publiques, y compris aux informations relatives aux substances et activités dangereuses dans leurs collectivités, et avoir la possibilité de participer aux processus de prise de décision. Les États doivent faciliter et encourager la sensibilisation et la participation du public en mettant les informations à la disposition de celui-ci. Un accès effectif à des actions judiciaires et

administratives, notamment des réparations et des recours, doit être assuré. » (Déclaration de Rio, 1992)

Il faut souligner que l'analphabétisme a d'énormes conséquences qui sont dommageables pour toute une société. Il affecte des personnes concernées dans leur vie de tous les jours et met souvent leur avenir en gage. Ce vecteur de développement a des répercussions sur le développement social et économique d'un pays. Il affecte, de façon importante, toutes les sphères d'une société (Fondation pour l'alphabétisation [FPA], 2021). En effet, les analphabètes ont une capacité limitée à obtenir de l'information essentielle et à la comprendre (FPA, 2021).

Toutes les personnes interviewées au chapitre 2 excepté le médecin ne savent pas lire ou écrire. Et pourtant, elles participent aux activités génératrices de pollution atmosphérique. Cette pollution a des répercussions sur l'ensemble de la population sénégalaise et son économie. En résumé, des citoyens sénégalais ne sont pas bien informés quant aux composants de l'environnement.

2.3 Les enjeux socioéconomiques

La pollution atmosphérique à Dakar se traduit par une qualité de vie dégradée, des coûts de santé, une perte de productivité et des opportunités économiques ratées (BM, 2021b; traduction libre de : The Lancet, 2021). « La capitale sénégalaise regroupe plus du tiers des entités économiques dénombrées lors du recensement général des entreprises [RGE] (40 %; RGE 2016) ». La région de Dakar détient à elle seule 52 % des travailleurs dans l'ensemble du Sénégal, dont 87 % dans le secteur formel et 36 % dans le secteur informel (ANSD, 2019). L'analyse des conséquences économiques liées à la pollution de l'air accorde une place importante au PIB, l'indicateur de l'activité économique le plus connu (OCDE, 2016; Chaire écosanté, s. d.) Il est presque impossible de bâtir une économie viable et durable sans éradiquer la pollution atmosphérique de façon significative. Dakar étant la « deuxième ville la plus polluée » au monde parmi 20 grandes villes recensées en 2018 par l'OMS entre automatiquement dans cette impasse. (BM, 2021b; Statista, s. d; ANSD, 2019) En d'autres mots, la viabilité de son économie est problématique.

Dans le monde en 2010, le nombre de journées avec activités restreintes causées par la pollution de l'air était élevé. Il faut souligner 1240 millions de jours de travail perdus, 4930 millions concernant les jours d'activité restreinte. Et ces chiffres vont tripler d'ici 2060 avec, respectivement, 3750 millions de jours de travail perdus et 14 900 pour les jours d'activité restreinte. (OCDE, 2016) Il est dès lors intéressant de se pencher sur les conséquences que sont, entre autres, le faible niveau de productivité des activités économiques et l'absentéisme au travail.

2.3.1 Baisse du taux de productivité des activités économiques

La hausse des concentrations de polluants atmosphériques augmente le nombre de cas de maladies et, par conséquent, le nombre d'hospitalisations. Cela provoque une double dépense pour les populations, c'est-à-dire qu'un montant est alloué à la santé ainsi qu'au nombre de jours de maladie ou d'inactivité, ce qui impacte sur la productivité des populations au travail. (Chaire écosanté, s. d.)

Selon les projections de l'OCDE (2016), « le nombre d'admissions à l'hôpital augmente de 3,6 millions en 2010, à 11 millions en 2060 » dans le monde. Parmi ces maladies, il y a les maladies cardiovasculaires, les maladies infectieuses, l'asthme, l'emphysème, le cancer du poumon, le stress et les maladies respiratoires. (Traduction libre de : World of Labor, 2021; OCDE, 2016; National Geographic, 2015-2017; ScienceDirect, 2021; traduction libre de : The Lancet, 2021; Le manuel Merck, 2021; ANSD, 2019) Pour la population dakaroise, respirer un air non pollué est devenu difficile, relate monsieur Tanguy, responsable au CGQA lors de l'entretien téléphonique du 18 mai 2021. Ces maladies ont pour conséquence l'absentéisme au travail et pire encore, la mortalité ou la morbidité.

2.3.2 L'absence au travail

L'absence au travail est reliée aux résultats des maladies chroniques liées à la pollution de l'air. Les populations sont soit enrhumées, soit font des crises d'asthme ou simplement une maladie respiratoire chronique se manifeste; dans ces cas, elles préfèrent vaquer à leurs occupations. (National Geographic, 2015-2017; Chaire écosanté, s. d.) Par exemple, les personnes diabétiques sont vulnérables aux effets sanitaires de la pollution atmosphérique. Ces personnes ont plus de chance d'avoir une maladie cardiaque. (Gouv. Can, 2021b) Par conséquent, c'est ce qui fait en sorte que ces catégories de travailleurs ont tendance à rester chez eux lors de pics de pollution (O_3 et $PM_{2,5}$), et cela affecte l'économie du pays.

À titre de rappel, l'ozone est un gaz pas directement émis dans l'atmosphère, mais qui se forme à partir d'interactions complexes entre NO_x et les COV, qui sont directement émises par la présence de combustion, ou du soleil. Les PM sont constitués de particules solides et de liquides dans l'air qui varie considérablement de diamètres. Les particules fines à Dakar et Thiès proviennent pour la majeure partie de panaches de poussières du désert du Sahara et des pots d'échappement des véhicules. (Traduction libre de : world of Labor, 2021; Ndong, 2019; Demay, 2011; Olivier, 2017; National Geographic, 2015-2017)

2.4 Enjeux de santé publique

« Les êtres humains sont au centre des préoccupations relatives au DD. Ils ont droit à une vie saine et productive en harmonie avec la nature. » (Déclaration de Rio, 1992)

La pollution de l'air est un risque majeur de santé publique. Elle est responsable de sept-millions de décès dans le monde chaque année. Cela équivaut à une perte de vie liée à celle-ci sur un nombre de 8 décès. Une étude épidémiologique relate qu'une femme enceinte qui s'expose à de l'air pollué peut avoir des complications de grossesse; de plus, cette pollution peut conduire à une mortalité infantile. Les enfants qui s'exposent à de l'air pollué ont un risque plus élevé d'attraper des problèmes de santé à l'âge adulte. Ceux-ci sont principalement des maladies liées aux infections pulmonaires ainsi que des dysfonctionnements du système nerveux central. (Traduction libre de : The Lancet, 2021; ScienceDirect, 2021)

Dans le monde, la pollution de l'air est un risque pour toutes causes de mortalités ainsi que certaines maladies spécifiques. Les maladies telles que l'asthme, la bronchite, les maladies respiratoires chroniques, les maladies pulmonaires ont une tendance ascendante. Tandis que d'autres maladies causées par la pollution atmosphérique comme, le désordre du système humanitaire, certains cancers, certaines maladies liées aux yeux (cataracte), aux oreilles, au nez et à la gorge, prennent plus de terrain. Par exemple, l'asthme bronchique affecte entre 100 à 150 millions de personnes dans le monde, et un autre 65 millions d'individus affectés par des maladies pulmonaires chroniques. (Traduction libre de : CBD, s. d; traduction libre de : World Health Organisation [WHO], 2021a; traduction libre de : The Lancet, 2021)

Les polluants atmosphériques les plus dangereux pour la santé publique dakaroise et Thiessoise sont entre autres, les PM, le CO, le O₃, le dioxyde d'azote (NO₂), SO₂ et le plomb. (MEDD, 2019; traduction libre de : WHO, 2021b) Le tableau 2.1 donne un aperçu de la valeur limite maximale des polluants atmosphériques selon les directives de l'OMS.

Tableau 2.1 Valeurs limites de la qualité de l'air pour le Sénégal et l'OMS (Tiré de : CGQA, 2019)

Polluants (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Moyenne temporelle	Valeur limite maximale	
		Directives OMS	NS-05-62
Dioxyde de soufre (SO_2)	10 minutes journalières	500	500*
		20	50*
Dioxyde d'azote (NO_2)	Horaire annuel	200	200
Ozone (O_3)	8 heures	100	100
Monoxyde de carbone (CO)	Horaire 8 heures	30 000	30 000*
		10 000	10 000*
Particules <10 μm (PM_{10})	Journalière Annuelle	50	150*
		20	40*
Particules <2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$)	Journalière Annuelle	25	75*
		10	25*
Plomb (Pb)	Annuelle	0,5	0,5

La quatrième colonne du tableau 2.1 présente les valeurs limites fixées dans la nouvelle norme sénégalaise -NS-05-62, et la colonne 3 les directives de l'OMS. Les astérisques attirent l'attention sur les polluants les plus persistants à Dakar.

D'après l'entretien avec le responsable du CGQA monsieur Tanguy, affirme que : « le CGQA ne dispose que de trois analyseurs de CO, mais en 2019, il y avait un seul qui fonctionné (la station de Guédiawaye). » Il ajoute que les appareils que le CGQA dispose sont vieillissants, et datent de plus de 10 ans. Le rapport de l'OMS (2018) sur les 20 villes recensées confirme l'intervention de monsieur Tanguy. En résumé, le tableau ci-dessus comporte des données partielles quant aux données recensées pour le CO, le NO_2 , le Plomb et le SO_2 . Les PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$ bien que les stations n'étaient pas toutes fonctionnelles, les valeurs sont largement dépassées (MEDD, 2019). Pour rappel, l'OMS place Dakar en deuxième position parmi 20 grandes villes les plus polluées au monde en 2018. (ANSD, 2019; Statista, s. d.) L'état annuel de la qualité de l'air à Dakar en 2019 est quantifié sur la figure 2.5 ci-dessous.

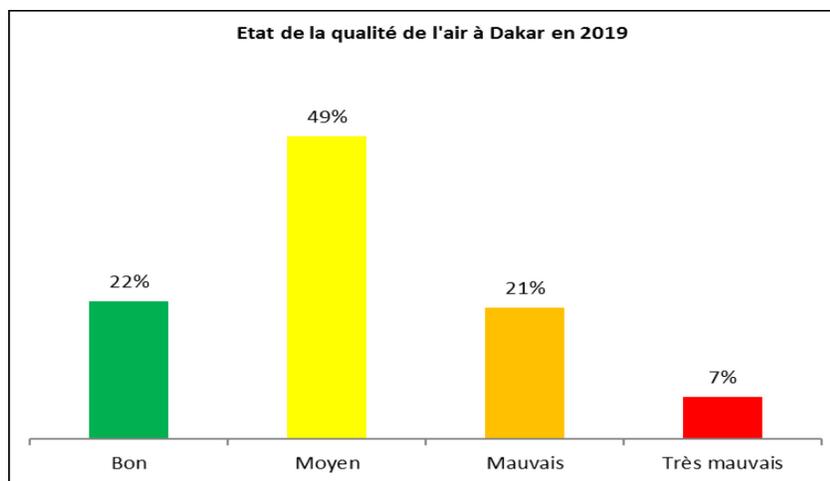


Figure 2.5 État de la qualité de l'air à Dakar en 2019 (Tiré de : CGQA, 2019)

Globalement, la qualité de l'air a été acceptable avec 22 % en 2019, moyenne pour 49 % du temps, mauvaise pour 21 % et très mauvaise avec 7 %. La station du Boulevard de la République n'a pas été considérée en raison de son trop faible pourcentage de données valides.

Les concentrations moyennes annuelles de PM_{10} sont globalement élevées et dépassent dans toute la région de Dakar, la valeur guide de l'OMS ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et la nouvelle norme sénégalaise NS-05-062 ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en 2019. Les $PM_{2,5}$, plus dangereuses pour la santé, ont également des niveaux de concentrations élevés en rapport à la valeur guide de l'OMS ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et la norme NS-05-062 ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) à l'échelle de l'année (MEDD, 2019; ICPC, s. d.). Les particules $PM_{2,5}$ sont des facteurs de risque très élevés pour la santé publique, car elles sont très petites et peuvent pénétrer en profondeur dans les poumons, se diffuser dans le sang et causer d'énormes dommages aux organes. (Traduction libre de : WHO, 2021b; Le Manuel Merck, 2021; ScienceDirect, 2021)

En résumé, la qualité de l'air à Dakar en 2019 était dangereuse pour la population. Il faut souligner que les personnes âgées, les gens avec des maladies chroniques et les enfants sont plus à risque de subir toutes ces conséquences citées précédemment. (Traduction libre de : CDB, s. d.) Par exemple, aux États-Unis, les $PM_{2,5}$ ont causé près de 130 000 morts en 2005 (Fann et al., 2005). Si toutefois des solutions ne sont pas rapidement prises pour atténuer ce fléau, l'espérance de vie de la population serait d'une part compromise et d'autre part le produit intérieur brut du pays restera statique à cause des dépenses gigantesques dans le secteur sanitaire lié à la pollution atmosphérique (OCDE, 2016).

3 ÉVALUATION DES IMPACTS NÉGATIFS LIÉS À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE À DAKAR

Le présent chapitre permettra d'évaluer les impacts de quelques enjeux présentés dans le chapitre 2.

« Évaluer les impacts est un acte essentiellement subjectif qui consiste à porter un jugement de valeur, d'une part sur le degré d'influence qu'aura une activité sur une composante de l'environnement et, d'autre part, sur l'importance des conséquences sur l'environnement. » (André et al., 2020)

Par contre, le jugement doit s'appuyer sur des connaissances scientifiques exemptées d'incertitudes. Il s'agira ici d'analyser les conséquences des activités anthropiques liées à la pollution de l'air à Dakar, de mesurer leur importance et de proposer des mesures d'atténuation (tableau 3.1). Les données empiriques recueillies à la section 1.4 permettront d'appuyer l'argumentation du présent chapitre.

« L'impact sur l'environnement est défini comme étant l'effet direct ou indirect, immédiat ou à long terme, d'une intervention planifiée sur un environnement décrit comme un système organisé, dynamique et évolutif où les êtres vivants s'activent, où des activités humaines ont lieu et où des relations affectives, sensorielles et fonctionnelles s'expriment. Chaque effet se manifeste dans un intervalle de temps donné et sur une aire géographique définie. » (André et al., 2020)

En outre, il faut comprendre par l'effet, la modification d'une composante de l'environnement découlant d'une action ou d'une activité. Et l'impact représente la signification de cette modification au regard d'un problème identifié en termes d'enjeu (André et al., 2020).

3.1 Classification des impacts par enjeux

Cette section permet de classer les impacts de quatre enjeux présentés dans le chapitre 2. Il s'agira, entre autres, de la qualité de l'air à Dakar, la perte de biodiversité, la fragilité de l'économie locale et la morbidité provoquée par la pollution de l'air.

3.1.1 Qualité de l'air à Dakar

Dakar, la capitale nationale du Sénégal, se caractérise par une flotte de véhicules anciens qui contribue grandement à la détérioration de la qualité de l'air (Ndong, 2019). Les populations respirent de l'air pollué dans les rues de la capitale sénégalaise. Cela affecte la santé de ses populations ainsi que sur leur qualité de vie. Les concentrations des polluants atmosphériques sont très élevées à Dakar. (Ndong, 2019)

« La vétusté du parc automobile pose un énorme problème à la fois sanitaire, environnemental et sécuritaire. Équipés de vieux moteurs rejetant des composés toxiques et très polluants, ces véhicules déversent dans l'environnement des milliers de mètres cubes de toxiques par jour, ayant des effets délétères sur la santé humaine, l'environnement et aussi source de nombreux accidents qu'on leur impute. » (Ndong, 2019)

Par exemple, les concentrations de CO et de CO₂ sont significativement plus élevées dans les rues de Dakar (1,75 ppm pour le CO, 633,2 ppm pour le CO₂). Concernant le PM₁₀, 300 µg/m³, dépassant largement les valeurs limites recommandées au Sénégal (260 µg/m³ pour 24 heures) et les normes internationales. La santé des citoyens est impactée par l'exposition à des polluants nocifs. En effet, l'appareil respiratoire constitue une voie d'exposition privilégiée pour les gaz et les particules, qui peuvent causer des problèmes sanitaires à court ou long terme. Il faut préciser que les effets des particules, une fois qu'elles pénètrent les voies aériennes de l'appareil respiratoire, dépendent de la taille, de la forme, de la masse volumique, ainsi que leurs propriétés chimiques et de leur toxicité. Ces polluants ont des conséquences préjudiciables à la santé des populations (ScienceDirect, 2021; Ndong, 2019; Demay, 2011; Ndong et al., 2018; Le Manuel Merck, 2021; Traduction libre de : The Lancet, 2021).

La qualité de vie est faible globalement dans les pays en développement, et la pollution de l'air la détériore davantage. (Population Data.net, 2002-2018a) La qualité de l'air est un enjeu qui influence de façon négative la qualité de vie des populations dakaroises (Statista, s. d; ANSD, 2020c; Demay, 2011). Globalement, la qualité de vie des Dakarois est acceptable, mais cela dépend de la zone où le regard est porté. Cependant, ce qui peut être retenu ici est que la majeure partie des populations respire de l'air pollué. Ce qui pose problème quant à la qualité de vie à Dakar (ANSD, 2020a; Ndong, 2019; MEDD, 2019).

3.1.2 Perte de biodiversité

La forte croissance démographique de la population dakaroise et l'exode rural ont favorisé une forte concentration dans les zones urbaines et ont accru les besoins d'habitats. L'adoption de *la Loi 2013-10 portant sur l'acte III de la décentralisation* marque la disparition totale de l'entité administrative « communauté rurale », ce qui implique une urbanisation intégrale de la région de Dakar. Par conséquent, le couvert végétal de la région de Dakar a connu un grand changement au détriment du cadre bâti. Le peu de biodiversité végétale qui s'y trouvait a pratiquement cédé la place à l'habitat. En ce qui concerne les ressources fauniques, celles-ci sont presque inexistantes à cause de la dégradation du couvert végétal.

Ces impacts sont souvent causés en majeure partie par le déversement d'hydrocarbures (interaction avec le sol et l'eau) dans les milieux humides (MH), et les changements climatiques. (ANSD, 2020c; Atmo, s. d; traduction libre de : CBD, s. d; Encyclopédie de l'environnement, s. d; Meteoblue, 2006-2021) En un mot, la perte de la biodiversité à Dakar est causée par les activités anthropiques.

3.1.3 Fragilité de l'économie locale

La pollution atmosphérique affecte de façon significative l'économie des pays du Sud. Elle fragilise davantage leur économie, comme c'est le cas de Dakar. (BM, 2021b; ANSD, 2019) Pas plus tard que le 2 juin 2021, l'ICPCC (s. d.) publie un rapport intitulé « les coûts des changements climatiques pour la santé ». Il relate les impacts de la pollution sur l'environnement, la santé et l'économie. Pour l'économie, le rapport décrit les implications des changements climatiques sur la productivité et le bien-être économique. En effet, l'argent des contribuables, qui devait servir pour d'autres programmes et services de développement au Sénégal, sera plutôt investi dans le système santé.

3.1.4 Mortalité et morbidité causées par l'air pollué

Mettre le doigt sur la mortalité et la morbidité liées aux problèmes respiratoires revient à exposer l'impact de la pollution atmosphérique caractérisant le risque de la population dakaroise. De nombreuses études épidémiologiques mettent en évidence la relation entre pollution urbaine et impacts sanitaires à court et long terme (Raaschou et al., 2013, cité dans Ndong, 2019; Ndong, 2019). Concernant la mortalité, les variations régionales sont plus importantes pour la mortalité respiratoire que pour la mortalité cardiovasculaire. Les Dakarois les plus à risque sont les enfants, les personnes âgées de plus de 65 ans, ceux qui ont une maladie chronique cardiovasculaire ou respiratoire préexistante et les femmes enceintes. (Raaschou et al., 2013; Ndong, 2019) Une exposition prolongée à la pollution urbaine augmente la morbidité, c'est-à-dire les symptômes, les maladies, une diminution de la fonction respiratoire et le recours aux urgences. La région de Dakar, avec sa forte croissance démographique – près d'un quart de la population sénégalaise – possède un taux d'urbanisation parmi les plus élevés en Afrique de l'Ouest, est particulièrement exposée à la pollution atmosphérique. (Raaschou et al., 2013, cité dans Ndong, 2019)

Le tableau 3.1 permet de porter un regard sur la chaîne de conséquences des éléments constitutifs des quatre enjeux exposés ci-dessus.

3.2 Justification du jugement sur l'importance de l'impact

« La dimension importance de l'impact constitue un jugement porté sur l'importance des modifications de l'environnement humain et biophysique. » Le jugement s'appuie sur les différentes études scientifiques, qui ont traité le sujet, et citer dans cet essai. En d'autres mots, le jugement se situe d'une part entre l'évaluation scientifique, soit l'objectivité et d'autres parts d'une subjectivité, qui se fonde sur cette dernière. L'évaluation de l'importance de l'impact sera déterminée par l'attribution d'une valeur

utilisant une codification qualitative (faible – moyen – fort). Faible signifiant un niveau d'impact minimal, moyen signifie que l'Importance de l'impact est significative, mais modérée, et fort ayant un niveau d'impact maximal sur les différentes composantes du milieu. (André et al., 2020)

Tableau 3.1 Éléments constitutifs de la chaîne des conséquences

ENJEUX	ACTIVITÉ/ SOURCE D'IMPACT	ENVIRONNEMENT BIOPHYSIQUE/MODIFICATION	ENVIRONNEMENT HUMAIN/MODIFICATION	IMPORTANCE DE L'IMPACT
Qualité de l'air à Dakar	Transport routier (Ndong, 2019; Demay, 2011; Bernstein, 2004; ANSD, 2020c; Doumbia et al., 2018) / <i>Pollution de l'air Complication sanitaire (Santé)</i>	Pollution de l'air, perturbation de l'environnement et des écosystèmes de Dakar (Ndong, 2019; Demay, 2011; CERES-ERTI, 2014-2015) / <i>Présence de contaminants atmosphériques dans l'air</i>	Détérioration de la qualité de vie des Dakarais (Ndong, 2019; Demay, 2011; CERES-ERTI, 2014-2015; ScienceDirect, 2021; Le Manuel Merck, 2021) / <i>Mauvaise qualité de l'air Particules aéroportées avec présence de PM₁₀ et PM_{2,5}</i>	Forte (MEDD, 2019; Ndong, 2019; Demay, 2011)
	Activités de l'industrie pétrolière et de la cimenterie (Traduction libre de : Ndong et al., 2018) / <i>Dégradation de l'environnement et des MH (CÉRÈS, 2014-2015)</i>	Perturbation de l'environnement et des écosystèmes de Dakar / <i>Fuite des pipelines de la raffinerie Dépôt d'aérosols (SeneWeb, 2019b; CÉRÈS, 2014-2015; ASSAMOI, 2011)</i>	L'atmosphère / <i>Maladies non transmissibles (Traduction libre de : WHO, 2021b; ScienceDirect, 2021)</i>	Moyenne (Traduction libre de : Ndong et al., 2018; Demay, 2011; Ndong, 2019; MEDD, 2019)
	Usage du bois comme combustible de cuisson et incinération de matières résiduelles (Cissokho et al., 2018; JA, 2021) / <i>Complications sanitaires liées au CO₂ et le SO₂ (Encyclopédie de l'environnement, s. db; Cissokho et al., 2018)</i>	Pollution de l'air (Cissokho et al., 2018) / <i>L'air ambiant contaminé (National Geographic, 2015-2017)</i>		Forte (Cissokho et al., 2018; National Geographic, 2015-2017)
Biodiversité	Les activités des mécaniciens, de l'industrie du pétrole et de la cimenterie / <i>Contamination de la nappe phréatique et des cours d'eau par lessivage ou ruissellement et Dégradation de l'écosystème forestier (CERES-ERTI, 2014-2015)</i>	Perturbation des MH et forestiers / <i>Pertes d'habitats essentiels pour les vertébrés et non vertébrés</i>	Contamination des nappes d'eaux souterraines (Jarjoui et al., 2000) / <i>Risque de contamination des puits des habitants (figure 1.3 et 1.4)</i>	Faible (ANSD, 2020c)
Fragilité de l'économie locale	La vétusté du parc automobile, l'usage de bois comme combustible de cuisson et l'incinération de matières résiduelles / <i>Pollution atmosphérique (problème de santé)</i>		Diminution de revenus des travailleurs (condition de vie) / <i>Absence au travail et baisse du taux de productivité (ICPCC, s. d; BM, 2021b)</i>	Moyenne (Traduction libre de : world of Labor, 2021)
Mortalité et morbidité	La vétusté du parc automobile, l'usage de bois comme combustible de cuisson et l'incinération de matières résiduelles / <i>Pollution atmosphérique [santé] (WHO, 2021b).</i>	Dégradation de l'écosystème / <i>Déforestation et contamination du sol</i>	Hausse du taux de mortalité de la population dakaraise (Ndong, 2019) / <i>Maladies cardiovasculaires et Nombre de décès significatif lié à la pollution de l'air (Raaschou et al., 2013; Ndong, 2019; The Lancet, 2021; ScienceDirect, 2021)</i>	Moyenne (Raaschou et al., 2013; Ndong, 2019; ScienceDirect, 2021)

3.2.1 Interprétation des résultats

L'évaluation des impacts sur l'environnement aide à faire des choix écologiques pour les activités anthropiques susceptibles d'affecter de façon significative l'environnement biophysique et humain. Le tableau 3.1 pose un regard systémique sur les relations entre les impacts et les enjeux liés à la pollution de l'air à Dakar. Ainsi, l'analyse des impacts structurés concerne quatre enjeux de la qualité de l'air à Dakar.

Les activités de transport, l'usage du bois comme combustible de cuisson engendrent des nuisances atmosphériques qui ont des conséquences sur le bien-être et la qualité de vie des populations dakaroises. La perte de biodiversité est un enjeu à ne pas négliger, mais qui n'est pas prioritaire pour les populations de Dakar. (ANSD, 2019; ANSD, 2020c) Les activités des mécaniciens dans le secteur informel, de l'industrie de raffinage du pétrole et de la cimenterie peuvent affecter la nappe phréatique et les cours d'eau, et, ainsi, dégrader les écosystèmes. Cela entraîne des perturbations des habitats essentiels des espèces animales et végétales. Cependant, celles-ci seront obligées de migrer ailleurs ou tout simplement disparaître de la région de Dakar. La fragilité de l'économie locale est un enjeu à considérer, compte tenu de son influence sur l'économie du pays. La pollution atmosphérique engendrée par les activités anthropiques, telles que la vétusté du parc automobile, l'incinération de matières résiduelles, la poussière provenant du désert du Sahara et l'usage du bois comme combustible de cuisson, affecte la santé des Dakarois. Par conséquent, cela impacte négativement le taux de productivité et pousse les travailleurs à s'absenter du travail. C'est ce qui dès lors fragilise l'économie. La mortalité et la morbidité forment un enjeu de taille. Cet enjeu est le résultat des conséquences provenant des facteurs de pollution atmosphérique à Dakar. En un mot, la pollution de l'air provoque une hausse de mortalité et de morbidité. (Ndong, 2019; ScienceDirect, 2021; MEDD, 2015b; Raaschou et al., 2013)

Cette classification donne un aperçu clair des différentes études scientifiques liées à la problématique de la pollution atmosphérique, son enjeu est de taille à Dakar. Il représente une urgence environnementale et sanitaire pour Dakar. Concernant les trois autres enjeux, ceux-ci pourront être atténués suivant les mesures proposées. Ils seront analysés dans le chapitre 5 et les recommandations retenues seront présentées au chapitre 6.

4 INSTRUMENTS DE LUTTE CONTRE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

Les instruments de politique publique sont des moyens d'action qui servent au gouvernement afin d'orienter les acteurs à prendre des décisions et poser des actions efficaces vers un objectif préalablement défini. Ils peuvent prendre la tournure de règlements, de Lois, de taxes ou de campagnes de sensibilisation. Les instruments sont souvent initiés pour répondre à un problème environnemental. Le choix des instruments est une décision politique qui tient compte du coût et de leur efficacité par rapport au problème ciblé. (Chaloux et al., 2017) Pour mieux saisir ce concept, il sera important d'une part d'exposer les instruments encadrant la protection de l'environnement au Sénégal et d'autre part, l'exemple des instruments du gouvernement du Québec et de la France.

4.1 Loi portant code de l'environnement

La Loi n° 2001-01 du 12 avril 2001 portant code de l'environnement, met l'accent à une protection efficace de l'environnement ainsi qu'une amélioration des ressources dédiées à l'être humain. Par exemple, le code définit l'environnement, à son article L2 alinéa 13 comme étant :

« l'ensemble des éléments naturels et artificiels ainsi que des facteurs économiques, sociaux et culturels qui favorisent l'existence, la transformation et le développement du milieu, des organismes vivants et des activités humaines. » (Gouv. Sn, s. d.)

Cependant, la vétusté du parc automobile, les activités des mécaniciens du secteur informel et les usines de fabrication et de transformations empêchent l'équilibre, le développement du milieu, des organismes vivants, et contraignent l'aboutissement des activités humaines. Autrement dit, la pollution atmosphérique provenant des facteurs perturbe l'équilibre de cet environnement. (Gouv. Sn, s. d; MEDD, 2015b) Le code propose une interprétation plus poussée de l'environnement sénégalais. Il le définit comme un patrimoine national, faisant partie intégrante du patrimoine mondial, et sa protection doit être une priorité, car représentant un intérêt commun. Sa protection incombe à l'État du Sénégal, aux citoyens et aux collectivités locales. Ceux-ci doivent ensemble veiller à la protection et à la sauvegarde de l'environnement. Les titres II et III du Code mettent l'accent sur les types de pollution, sur les directives et sur le cadre juridique qui les encadrent. La pollution qui attire l'attention ici est celle de l'air. Le code de l'Environnement stipule à son article L78 que :

« pour éviter la pollution atmosphérique, les véhicules ou autres objets mobiliers possédés, exploités ou détenus par toute personne physique ou morale, sont construits, exploités ou utilisés de manière à satisfaire aux normes techniques en vigueur ou prises en application de la présente Loi. Ils sont tous soumis à une obligation générale de prévention et de réduction des impacts nocifs sur l'atmosphère. » (Gouv. Sn, s. d.)

Force est de constater que cette Loi ou du moins cet article est en désuétude. En effet, le diagnostic à la section 1.3 a montré que la réalité est loin de refléter le principe juridique de la présente Loi (figure 1.3, 1.4 et 1.6). Cependant, un suivi efficace et un encadrement juridique rigoureux avec des sanctions sévères s'imposent. C'est dans cette optique que l'article L80 prévoit des amendes pécuniaires et pénales suite à une violation du code de l'environnement et du Code pénal. (Gouv. Sn, s. d.)

Le Décret No 2001-282 du 12 avril 2001 établit les balises en définissant les zones de protection spéciales ainsi que la limitation des rejets de polluants atmosphériques. Il a permis de réglementer pour la première fois, les pollutions causées par des émissions gazeuses. Le présent Décret exige un traitement au préalable à toutes les sources de pollution, de procéder à un traitement avant de rejeter les polluants gazeux. Finalement, il fixe une taxe annuelle que doivent payer les industries rejetant des effluents gazeux. La taxe est fixée par arrêté, et ces sommes sont par la suite versées au Trésor, et une partie permettra de poser des réalisations concrètes qui façonnent la gestion de l'environnement et de la protection des ressources. (Gouv. Sn, s. d.)

4.2 Norme sénégalaise sur les émissions de gaz d'échappement des véhicules

La norme se focalise sur la protection de l'environnement et de l'être humain contre la pollution de l'air. En un mot, elle permet de contrer la nuisance de la pollution atmosphérique sur l'environnement et les Sénégalais. Son application est dédiée aux véhicules susceptibles d'engendrer des effluents gazeux, mais aussi les installations stationnaires (appareils et machines, bâtiments, installations de ventilation qui collectent les effluents gazeux des véhicules et les rejettent dans l'environnement sous forme d'air évacué). (ASN, 2003) Les constats actuels sur les véhicules attirent d'autant plus l'attention en ce qui concerne cet essai. La norme définit la pollution atmosphérique comme étant :

« l'émission dans la couche atmosphérique de gaz, fumée ou de substances de nature à incommoder les populations, à compromettre la santé ou la sécurité publique ou à nuire à la production agricole, à la conservation des constructions et monuments ou au caractère des sites et des écosystèmes naturels. » (ASN, 2003)

L'exploitant d'une ou des installations sanitaires doit faire en sorte d'éviter les émissions excessives, en utilisant des méthodes adéquates, soit capter les émissions à la source et les évacuer. Les installations doivent respecter la limitation maximale des émissions fixée dans cette présente Norme. Par exemple, la Norme fixe la poussière à 50 mg/m³ si le débit est > 1 kg/h et à 100 mg/m³ si celui-ci est ≤ 1 kg/h, pour le NO₂, elle le fixe à 200 µg/m³ (moyenne horaire) et 40 µg/m³ (moyenne annuelle), pour l'oxyde de soufre 800 mg/m³, puis le PM₁₀ 40 µg/m³ [moyennes annuelles] (CGQA, 2019; ASN, 2003), pour ne citer que ceux-ci. Ces normes sont à comparer à celles mesurées dans le rapport de 2019 du CGQA, mandaté par

le ministère de l'Environnement. Notamment, elles dépassent largement la Norme sénégalaise en ce qui concerne surtout les PM_{10} (figure 4.1) et $PM_{2,5}$ (figure 4.2). (CGQA, 2019) Les particules fines ont des effets plus nocifs pour l'environnement et la santé humaine. (Demay, 2011; Ndong, 2019; Traduction libre : Clark et al., 2020; Notre-planete, 2001-2021; Traduction libre de Ndong et al., 2018; MEDD, 2015b; Le Manuel Merck, 2021)

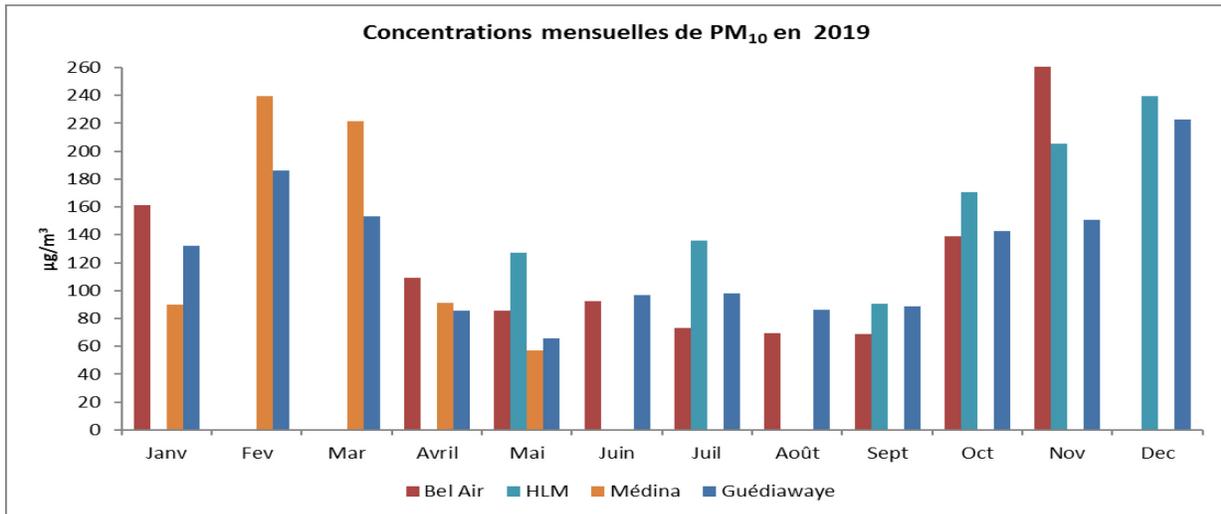


Figure 4.1 Évolution des moyennes mensuelles de PM_{10} à Dakar en 2019 (Tiré de : CGQA, 2019)

La figure 4.1 montre les concentrations mensuelles de PM_{10} à Dakar en 2019, et renseigne sur les bienfaits de la période des pluies. Autrement dit, la pluie joue un rôle très important dans la réduction des particules de PM_{10} par lessivage dans l'atmosphère et pour empêcher leur resuspension continue par les activités anthropiques à partir de la surface du sol. (CGQA, 2019)

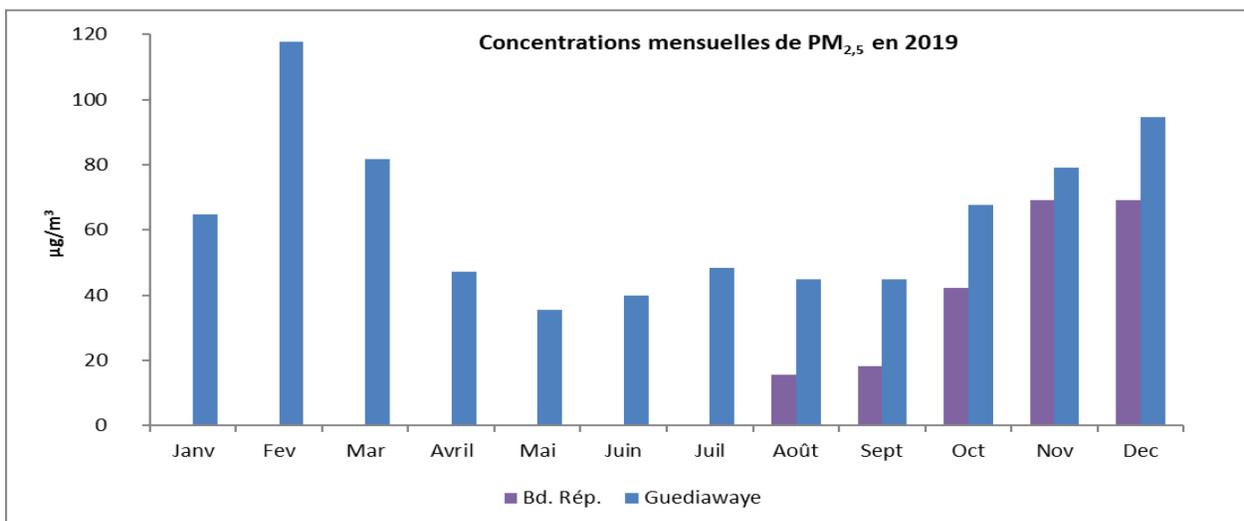


Figure 4.2 Évolution des moyennes mensuelles de $PM_{2,5}$ en 2019 (Tiré de : CGQA, 2019)

À l'échelle de l'année, les concentrations moyennes annuelles de PM₁₀ sont globalement élevées et dépassent la valeur guide de l'OMS (20 µg/m³) et la norme sénégalaise (40 µg/m³). Quant aux PM_{2,5}, leur exposition est plus dangereuse pour la santé. Elles ont tout de même des niveaux de concentration élevés comparés à la valeur guide de l'OMS (10 µg/m³) et de la norme sénégalaise (25 µg/m³) durant l'année 2019. (CGQA, 2019) Le tableau 4.2 montre les concentrations moyennes annuelles de différents polluants atmosphériques à Dakar en 2019.

Tableau 4.1 Concentrations annuelles de polluants à Dakar en 2019 (adapté de : CGQA, 2019)

Stations	Type	PM ₁₀ (µg/m ³)	PM _{2,5} (µg/m ³)	Guide OMS	
Bel Air	Industriel	94	-	20	
Bd. République	Trafic urbain	-	45	10	
HLM	Urbain de fond	174	-	20	
Médina	Trafic périurbain	161	-	20	
Guédiawaye	Trafic en banlieue	129	65	20	10

À ces polluants, s'ajoutent les particules fines provenant de la poussière du désert du Sahara. Les données des cinq stations confirment un dépassement de seuil en ce qui concerne les particules fines. Le trafic routier retient plus l'attention, car ses données ne sont pas conformes à la norme à la directive de l'OMS. Sa participation à la pollution atmosphérique à Dakar est de taille (tableau 4.1).

4.3 Instruments sénégalais de lutte contre la pollution de l'air

Les instruments de gestion et de lutte contre la pollution de l'air au Sénégal sont nombreux et variés (MEDD, 2015a). Le tableau 5 donne un aperçu de quelques instruments et des objectifs qui leur sont propres.

Tableau 4.2 Instruments sur la vision et les orientations du transport (inspiré de : MEDD, 2015a)

Instruments	Objectifs
Lettre de Politique du sous-secteur des Transports Urbains	Elle introduit une réforme du cadre institutionnel et juridique des transports urbains avec la création du Conseil Exécutif des Transports Urbains de Dakar ; renforce le cadre financier avec la mise en place d'un Fonds de Développement des Transports Urbains ; restructuration des transports collectifs et le développement des ressources humaines. (MEDD, 2015a)
Deuxième Lettre de Politique sectorielle des Transports adoptée en 1998	Elle vise une meilleure planification et une coordination des actions et des investissements ; moderniser la gestion, de renforcer des capacités humaines et institutionnelles ; atténuer les impacts négatifs des transports sur l'environnement. (MEDD, 2015a)
Stratégie Nationale de Transport Rural adoptée en 2002	Repose, entre autres, sur la nécessité de satisfaire la demande sociale pour les groupes les plus défavorisés ; assurer une cohérence et une synergie des actions, de promouvoir les moyens intermédiaires de transport pour diminuer les coûts et de prendre en compte les aspects écologiques dans ce sous-secteur. (MEDD, 2015a)
Loi n° 2003- 04 du 27 mai 2003 et l'extension et la mise à jour d'une banque de données routières	Orientation des transports terrestres
Mise en place de deux usines de montage de véhicules dans la région de Thiès	Pour renouveler le parc automobile

Les instruments cités au tableau 4.2 s'inscrivent dans l'optique de préserver l'environnement, les ressources naturelles et la santé humaine des Sénégalais. Par contre, en regardant la réalité du pays, qui est loin de refléter les objectifs des instruments, s'interroger à leur application, leur suivi et leur efficacité s'imposent, car leurs effets sont contradictoires à ceux attendus.

4.4 Chaire écosanté multi-institutionnelle

La vision qui guide la Chaire écosanté est d'améliorer la compréhension de la pollution atmosphérique et ses impacts sanitaires sur les Béninois, Burkinabés, Ivoiriens et Sénégalais. Le projet implique quatre universités africaines. Elle est supervisée par la Communauté de pratique en écosanté en Afrique de l'Ouest et du Centre. À ces quatre universités s'y ajoutent neuf autres parmi lesquelles, l'Université du Québec à Montréal, l'université de McGill et l'Université de Montréal. Elle a trois objectifs spécifiques que sont : la recherche (production de connaissances sur les types et niveau de pollution urbaine de

l'air), la formation (former la relève en recherche et pratique à l'approche écosanté et sur la problématique de la pollution de l'air et des maladies non transmissibles en Afrique de l'Ouest) et les actions (l'implantation et l'évaluation d'activités de sensibilisation qui visent des changements de pratiques parmi les populations touchées par la pollution urbaine). La chaire fait un travail important dans le cadre de la recherche doctorale. Parmi les recherches d'envergures sur la pollution, il y a entre autres : les axes sur les conséquences en santé, en environnement et dans le socioéconomique. Elle participe à la vulgarisation scientifique et au renforcement des connaissances. (Chaire écosanté, s. d.)

4.5 Instruments de lutte contre la pollution atmosphérique d'autres juridictions

La pollution atmosphérique est un fléau qui préoccupe pratiquement tous les centres urbains du monde. (Ndong, 2019; Demay, 2011; Bernstein, 2004) Pratiquement, les émissions des véhicules font partie des facteurs qui expliquent les concentrations de CO, de BTEX et des PM_{2,5} dans l'atmosphère dans la plupart des zones urbaines. (Demay, 2011; Ndong, 2019; Institut national de la santé publique du Québec [INSPQ], 2012) Un accent sera mis sur les instruments de lutte contre la pollution atmosphérique en France et au Québec.

4.5.1 Directives françaises

Pour la France, et l'Union européenne d'une manière générale, deux directives fixent les normes de qualité de l'air : « la directive 2008/50/CE du 21 mai 2018 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe, et la directive 2004/107/CE du 14 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les HAP dans l'air ambiant. » (Ministère de la Transition écologique [MTE], s. d.) Ces deux textes assurent un cadre commun pour l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air. Ils permettent aussi aux Européens de recevoir une information pertinente quant à la qualité de l'air. Ces deux normes fixent également des concentrations maximales pour les particules dans l'atmosphère. Cela permet d'éviter, de prévenir ou de réduire leurs effets nocifs sur la santé humaine. (MTE, s. d.) En France, ces normes ont une efficacité confirmée par le Bilan de la qualité de l'air en 2019. Ce Bilan confirme que « la qualité de l'air s'améliore en lien avec la réduction des émissions de polluants, qui fait suite à la mise en œuvre depuis plusieurs années de stratégies et plans d'action dans différents secteurs d'activités » (MTE, s. d.)

Avec le trafic routier, les normes réglementaires sont souvent dépassées dans l'air et posent un problème pour la protection de la santé humaine à long terme. Ces risques concernent spécifiquement l'ozone, les PM₁₀ et le dioxyde d'azote (MTE, s. d.)

4.5.2 Réglementations du Québec

« L'environnement est un secteur d'activité où le Québec s'investit sur la scène internationale depuis près de cinquante ans. Le déploiement de la paradiplomatie environnementale québécoise s'explique par la conjonction de plusieurs éléments d'ordre juridique, politique et social. Un premier type d'éléments relève des dimensions constitutionnelles rattachées aux questions environnementales et à l'exercice des relations internationales des provinces canadiennes. » (Chaloux et al., 2017)

Le Québec dispose plusieurs outils de gestion de la qualité de l'air pour assainir l'atmosphère. Il s'agit d'outils réglementaires et de sensibilisation. (Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques [MELCC], 2019) Le MELCC a pour responsabilité de surveiller la qualité de l'air au Québec. En complément de la réglementation provinciale, une délégation de pouvoir confie la surveillance de l'atmosphère de la Communauté métropolitaine de Montréal à l'administration municipale de cette ville, la plus peuplée du Québec.

Le MELCC utilise plusieurs valeurs de référence pour analyser les concentrations mesurées dans l'atmosphère. Les valeurs de références s'inscrivent dans le cadre de la gestion des contaminants dans l'air, et celles-ci proviennent d'une source réglementaire légale qu'est le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (INSPQ, 2012). Par contre, au niveau national, c'est le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) qui propose les démarches intergouvernementales sur des questions relatives à la qualité de l'air au Canada).

Le partage des compétences dans l'exercice des relations internationales et à la politique étrangère offre une assise importante pour comprendre la volonté du Québec d'intervenir dans d'autres pays sur les questions liées à l'environnement. (Chaloux et al., 2017) Il faut mentionner que le Québec ne s'est pas engagé à mettre en œuvre l'ensemble des composantes du Système de gestion de la qualité de l'air du CCME. Par contre, il a pris en compte les particules $PM_{2,5}$ et O_3 . Ainsi, le Québec a procédé à une délimitation, ce qui lui a permis de regrouper les régions qui ont un profil socioéconomique similaire. Celle-ci est en effet pertinente avec les délimitations des six grands bassins atmosphériques produites par le CCME. (MELCC, 2019)

4.6 Types d'instruments traditionnels et novateurs

Suite aux recherches effectuées dans le cadre de ce chapitre, une remarque s'impose concernant les instruments de lutte contre la pollution de l'air. En effet, deux leviers dominent quant à la gestion de la pollution au Sénégal, en France et à la province de Québec. Il s'agit principalement d'instruments politiques traditionnels axés sur la contrainte (maintenant moins utilisé au Québec), des outils de

sensibilisation, et des politiques afin d'influencer directement l'allocation des biens et services. (Chaloux et al., 2017) Ces instruments sont-ils toujours à la hauteur des attentes ? N'y aurait-il pas d'autres moyens plus efficaces que la contrainte afin de contrer les impacts de la pollution de l'air sur l'environnement et la santé ?

En effet, d'autres instruments viennent compléter ceux traditionnels. Maintenant, il s'agit de « nouveaux instruments de gouvernance ». (Neil Carter [2001] cité dans Chaloux et al., 2017), a distingué deux modes de classification, soit le mode réglementaire et les incitatifs économiques. Quatre types d'instruments en ressortent : la réglementation (normes maximales pour l'émission d'un polluant et exigence quant à l'utilisation d'un matériel), l'action volontaire, les dépenses gouvernementales et les instruments de marché (taxe et droit de polluer). Ces instruments peuvent renforcer les politiques publiques et les moyens d'intervention liés à la protection de l'environnement. Par contre, « la réglementation est l'instrument le plus connu et le plus utilisé par les gouvernements. » Elle permet « d'octroyer un pouvoir de propriété aux pouvoirs publics qui, par la suite, vont en limiter l'usage par des normes, Lois et règlements. » Elle fait l'objet de critique quant à son efficacité, c'est-à-dire de son coût par rapport à l'atteinte des objectifs, du fait qu'elle peut freiner l'avancée technologique et l'innovation dans les milieux ciblés. « Son objectif est d'assurer la préservation de la source en intervenant directement dans le domaine privé. » La réglementation est en effet un instrument efficace, car ayant permis, de réels progrès dans le domaine de l'environnement et elle continue d'être utilisée, au Sénégal, en France, au Québec et dans d'autres pays. Nombreux sont les chercheurs et experts qui sont en faveur des instruments de marché. (Chaloux et al., 2017)

« En effet, devant une situation hautement complexe et des connaissances diffuses, le marché apparait comme un mécanisme qui favorise l'optimisation des ressources. Or, l'argument inverse existe aussi : une situation complexe fondée sur une combinaison de facteurs interdépendants requiert un centre de contrôle qui gère cette complexité, et ce centre ne peut être que l'État. » (Chaloux et al., 2017)

Il est important de souligner que le choix des instruments d'intervention est complexe et nécessite l'inclusion de leur efficacité et palier d'intervention, ce qui peut évidemment varier selon le type de problème environnemental. (Chaloux et al., 2017)

5 ANALYSE CRITÉRIÉE DE PERTINENCE D'UN BON SYSTÈME POUR DAKAR

Le but de ce chapitre est d'établir une analyse critériée, basée sur les aspects de DD. Pour ce faire, il sera question d'une part d'analyser les bénéfices d'un système de gestion durable, d'autre part mettre l'accent sur les différentes pistes menant à des perspectives de durabilités, et finalement une analyse critériée, viendra clore ce chapitre.

5.1 Système de gestion reposant sur les aspects de développement durable

Le sommet de la Terre tenu à Rio en 1992 avait pour objectif de faire entrer l'environnement au cœur des processus de décision. La Déclaration de Rio a donné naissance à l'Agenda 21. Il s'agit d'un vaste programme fixant des objectifs avec des moyens définis et des politiques implantées à toutes les sphères sociales afin de parvenir à un DD. (André et al., 2020) Les objectifs pour les polluants atmosphériques locaux sont établis dans la Norme sénégalaise de 2003, dans le code de l'environnement, et pour la directive de l'OMS, celle-ci repose sur la convention internationale, étant donné l'ampleur de la pollution atmosphérique qui se déplace d'une frontière à une autre. Ainsi, le Sénégal a créé la Commission nationale de DD (CNDD) en 1995 et a adhéré à la Convention sur la biodiversité (1992) afin de parvenir à des solutions efficaces. (Nations Unies, s. dd; nations Unies, s. da; André et al., 2020; DEEC, 2021) Comment ces États vont-ils parvenir à des solutions durables? Selon la plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES), le DD doit être une priorité pour la communauté internationale. De plus, il faut valoriser les connaissances pluridisciplinaires pour arriver à cette fin. (CIRAD, 2020) Pour se faire, il faut intégrer les aspects du DD soit, l'environnement, les préoccupations socioéconomiques et sanitaires. La protection de l'environnement est une priorité internationale qui exige une vaste redistribution des ressources financières, scientifiques et techniques à l'échelle mondiale (André et al., 2020).

« La Commission mondiale sur l'environnement et le développement (CMED), promoteur du concept DD à l'échelle internationale, le définit comme un développement qui répond aux besoins des générations actuelles, sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. » (CMED, 1987, cité dans André et al., 2020; Chaloux et al., 2017)

La définition du concept repose sur de profondes transformations sociales, aussi bien les modes de pensée et des comportements. Même s'il fait l'objet d'appropriations différentes qui l'adoucissent, il demeure que le DD repose sur les principes suivants :

« Protéger les ressources et l'environnement menacés, tenir compte dans les décisions de la double équité entre générations et au sein d'une même génération; favoriser la participation à l'élaboration des décisions et des actions; le maintien et la sauvegarde des écosystèmes et des processus qui régissent la vie. Satisfaire les besoins essentiels pour tous, la gestion rationnelle et

« durable des ressources naturelles, encourager la coopération des peuples et la solidarité entre les générations actuelles et futures. » (André et al., 2020; Chaloux et al., 2017)

Le DD consiste en un développement à la fois soucieux des considérations écologiques, économiques et sociales. (André et al., 2021; MEDD, 2015b) L'État du Sénégal doit garantir sécurité, environnement sain et bien-être à ses citoyens. (Gouvernement du Sénégal, s. d.) Ainsi, il ressort de sa responsabilité de veiller à ce que les communautés bénéficient de cette garantie constitutionnelle. En d'autres mots, le gouvernement doit continuer à déployer des moyens nécessaires et efficaces afin de répondre aux besoins des générations actuelles, tout en donnant une attention particulière à ce qu'il réserve à sa future génération. En premier temps, il sera question de s'interroger sur les enjeux sanitaires liés à une gestion de qualité, « en deuxième temps » voir son efficacité sur l'environnement et « troisièmement » analyser les enjeux socioéconomiques liés à une gestion saine.

5.1.1 Une gestion de qualité et ses enjeux sanitaires

La gestion de la qualité signifie l'ensemble des activités qui permettent d'obtenir de la qualité dans un cadre de production de biens et services. (Techno-Science, 2021) En un mot, la gestion de qualité résulte d'un bon système d'organisation. L'organisation dans une société est régulée par l'organe étatique avec la collaboration de sa population. Les enjeux sanitaires de la pollution de l'air traitée à la section 2.4 montrent les conséquences d'une mauvaise gestion de la qualité de l'air. Parmi ces conséquences, il y a entre autres : complication de grossesse pour les femmes enceintes, mortalités infantiles, maladies infectieuses, dysfonctionnements du système nerveux central, pour ne citer que ceux-ci. (Traduction libre de : The Lancet, 2021) Donc, pour éviter ces conséquences néfastes sur la santé des Dackarois, il faudra l'implantation d'une gestion de qualité rigoureuse accompagnée d'un suivi efficace. Cela permettra de réduire de façon significative le taux de maladies infectieuses liées à la pollution atmosphérique, les complications de grossesses pour les femmes enceintes, la mortalité infantile, entre autres. Par exemple, le gouvernement pourra mettre à la disposition des populations, des outils d'information et de sensibilisation afin que celles-ci puissent redoubler d'efforts et de vigilance pour minimiser les conséquences des polluants atmosphériques sur leur santé. Ainsi, les gros investissements et l'achalandage dans le système sanitaire diminueront significativement.

5.1.2 Analyse de l'efficacité d'une bonne gestion environnementale

Toutes les mesures permettant de réduire significativement les émissions de polluants atmosphériques sont bénéfiques pour l'environnement. Il est possible d'avoir un environnement sain, une population en santé et des réalisations économiques en limitant les émissions des polluants dans l'air. (Agence

européenne pour l'environnement [AEE], 2021) Les polluants présents dans l'air extérieur de la région de Dakar ont des impacts majeurs sur l'environnement. Par exemple, la pollution provoque des lésions nécrotiques (tissus morts) sur le feuillage des arbres, ralentir la croissance au niveau de différents niveaux de la plante. Les plantes qui continuent de vivre cette même expérience sur une longue durée finissent par mourir. La pollution appauvrit les nutriments essentiels pour les plantes et augmente les risques d'acidification des sols (ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales [MAAAR], 2021; MEDD, 2015b; Olivier, 2017; Atmo, s. d; CERES, 2014-2015; Ndong, 2019; ANSD, 2020d) Pour atténuer ces conséquences, et permettre aux Dakarois d'avoir un environnement de qualité, une régénérescence de l'écosystème et des habitats essentiels pour les animaux, miser sur une gestion efficace s'avère rentable pour le gouvernement et les populations. Cela peut se faire en renforçant les moyens de suivi délégué à la CGQA quant aux polluants suivants : SO₂, CO et les NO_x. Mettre en place une barrière verte au nord du Sénégal afin de contrer les vents violents qui transportent la poussière jusqu'à Dakar. Il faudra aussi apporter plus de rigueur aux visites techniques des voitures en circulation, impliquer les sociétés privées, les ONG et les communautés rurales, prévoir diminuer l'âge des véhicules importés à six ans puis à cinq ans d'ici quatre ans. Le Sénégal avec la collaboration d'autres partenaires nationaux et internationaux pourra prévoir une électrification des véhicules de transports en commun à Dakar.

5.1.3 Analyse d'une gestion saine et ses retombées socioéconomiques

Une mauvaise qualité de l'air et de gestion a des répercussions sur le social et l'économie du pays, car elle augmente les coûts médicaux, réduit la performance des travailleurs et a des effets négatifs sur le milieu de vie des Dakarois. L'exposition à long terme à de l'air pollué est néfaste pour la santé des populations. (AEE, 2021) Les conséquences de la pollution peuvent être ressenties au niveau du PIB d'un pays, car étant l'indicateur de son activité économique. (OCDE, 2016) L'augmentation des concentrations de polluants atmosphériques favorise le risque lié aux maladies cardiovasculaires et influence le taux d'absentéisme des travailleurs. Cette augmentation a aussi des répercussions majeures sur la performance des travailleurs. (Chaire écosanté, s. d; Traduction libre de : world of Labor, 2021; The Lancet, 2021) Pour atténuer ces différentes répercussions de la pollution de l'air à Dakar, il sera primordial pour l'État du Sénégal d'être inclusif quant à la gestion de la qualité de l'air. C'est-à-dire inclure des acteurs et associations de la société civile, informer et responsabiliser les citoyens de leurs droits et devoirs envers l'environnement, favoriser une participation citoyenne efficace et respectueuse des critères de l'activité concernée, mettre à jour le Code de l'environnement afin qu'il puisse mieux répondre aux problèmes environnementaux actuellement confrontés par le Sénégal. Ce faisant, le PIB

pourra s'améliorer suite aux activités économiques, et éventuellement une augmentation des niveaux de vies des populations.

5.2 Analyse critériée des moyens disponibles et les enjeux spécifiques à Dakar

Cette section est cruciale à l'essai, car elle présente les critères retenus et l'analyse de leurs enjeux spécifiques à Dakar. Pour ce faire, les moyens qui parviendront à atteindre l'objectif de cette section seront présentés, puis les critères et leur justification suivront d'un tableau synthèse, et finalement l'analyse et l'interprétation des résultats.

5.2.1 Choix et justification des critères

Trois critères seront choisis en rapport à chacune des trois dimensions de DD retenu, soit la santé publique, l'environnement et le socioéconomique. Certes, la santé peut se joindre à la dimension socioéconomique, par contre, vu l'ampleur de la pollution, et, ses effets sur la santé humaine, la traitée séparément comme une dimension s'impose ici. Pour la dimension sanitaire, les trois critères suivants sont retenus : maladies cardiovasculaires et pulmonaires, maladies respiratoires chroniques et morbidité. Ces critères sont choisis afin de ressortir les enjeux sanitaires les plus préoccupants pour Dakar. Le recours à la pondération permettra de ressortir cet aspect. Concernant la dimension socioéconomique, la qualité de vie, l'absence au travail, et la perte de productivité seront considérées. Ces trois critères permettront d'avoir un aperçu des conséquences sociales et économiques des effets de la pollution atmosphérique à Dakar. Finalement, la dimension environnementale viendra clore cette section. Pour celle-ci, les trois critères suivants sont retenus : dégradation des écosystèmes, éducation à l'environnement et l'électrification des transports en commun à Dakar. Une importance particulière devra être mise à ces critères afin de parvenir à un possible DD arriver à une économie sobre.

Tableau 5.1 Grille d'analyse critériée (inspiré de Villeneuve et al., 2016)

Dimensions du DD	Critères	Justifications	Évaluation	Pondération	Cote globale
Sanitaire	Maladies cardiovasculaires et respiratoires chroniques	La pollution de l'air augmente le risque de développer des maladies cardiovasculaires et pulmonaires (ScienceDirect, 2021)	80 %	2	1,6
	Mortalité	La pollution atmosphérique est dangereuse pour la santé et contribue à l'augmentation du taux de décès à Dakar. (CGQA, 2017; Traduction libre de : WHO, 2021b)			
	Morbidité	La pollution par les PM ₁₀ et PM _{2,5} sont susceptibles de causer des maladies infectieuses incurables, comme le cancer du poumon (ScienceDirect, 2021; Ndong, 2019; WHO, 2021b; Raaschou et al., 2013)			
Socio-économique	Qualité de vie	La pollution de l'air affecte la qualité de vie des Dakaroises (Ndong, 2019 ; ScienceDirect, 2021; Le Manuel Merck, 2021; Demay, 2011; CERES-ERTI, 2014-2015)	80 %	3	2,4
	Absence au travail et perte de productivité	Les populations ayant déjà des maladies chroniques sont souvent plus affectées par la pollution, et cela les pousse soit à rester chez elles ou se rendre à l'hôpital pour se faire soigner. (National Geographic, 2015-2017; Chaire écosanté, s. d.)			
	Vulgarisation scientifique	Les enjeux de la pollution atmosphérique sont méconnus de la majeure partie des Dakarois, miser sur cette connaissance serait d'une importance capitale (Berthelot, 2009; POES, s. d; CESTI, 2012)			
Environnement	Dégradation des écosystèmes	La pollution atmosphérique à des conséquences néfastes sur les écosystèmes. Elle engendre de nombreux problèmes liés à la dégradation de ceux-ci (Ndong, 2019; Atmo, s. d; Demay, 2011; ANSD, 2020d)	90 %	2	1,8
	Importation de véhicules conventionnels usagés	La vétusté du parc automobile de Dakar affecte sévèrement la qualité de l'air à Dakar et celle des écosystèmes, car rejetant des composés toxiques et très polluants. (Ndong, 2019)			
	Transports en commun à faible empreinte carbone	Ce critère est d'une importance capitale, car, en plus de répondre aux critères de DD, il permet aussi de réduire significativement la pollution de l'air provenant de véhicules conventionnels à Dakar			

5.3 Justification de l'évaluation et de la pondération

L'évaluation de chaque dimension se base selon le poids de ses trois critères et le contexte de Dakar. La note attribuée reflète l'évaluation des critères retenus à chacune des trois dimensions. L'évaluation sous forme de pourcentage entre 10 % et 100 % reflète l'importance de la dimension concernée. Donc, une dimension évaluée entre 10 % et 49 % n'a que peu d'influence quant à la réduction des effets de la pollution atmosphérique à Dakar. Cela veut dire qu'elle n'est pas une priorité en rapport aux autres dimensions. De 50 % à 79 %, le niveau d'influence de la dimension est assez important, cela montre qu'il y a certains enjeux à considérer, mais qui ne nécessite pas d'agir maintenant. Finalement, de 80 % à 100 %, le niveau d'influence de la dimension est essentiel. Cela signifie une influence forte qui crée une priorité d'agir dès maintenant.

Tableau 5.2 Interprétation de l'évaluation

Échelle évaluation	Appréciation
10 % à 49 %	Aucune influence
50 % à 79 %	Influence assez importante
80 % à 100 %	Influence forte

La pondération permet de déterminer les dimensions les plus influentes quant au contexte de Dakar. Pour ce faire, l'ensemble des trois critères de chaque dimension sera pondéré en utilisant une codification quantitative de 1 à 3. Le chiffre 1 signifie que la dimension est importante, mais pas prioritaire, 2 signifie l'importance d'agir à moyen et long terme et finalement 3 implique une priorité d'agir rapidement. Le choix du jugement est basé sur la littérature compatible avec le contexte et la réalité de Dakar. Le tableau 5.1 permet de visualiser la synthèse critériée, l'évaluation et la pondération respective des critères de chaque dimension.

5.2.4 Interprétation globale de l'analyse

Le résultat obtenu pour chaque dimension tient en compte leur évaluation pondérée par un nombre entre 1 et 3. Par exemple, pour la dimension sanitaire, celle-ci a une note évaluative de 80 % puis pondérée à 2, ce qui donne une cote globale de 1,6. Le même principe est appliqué pour les deux autres dimensions. Le résultat de chaque dimension tient compte du niveau d'influence de ses critères sur la

réduction des effets de pollution de l'air à Dakar. Cela implique que le résultat de chaque dimension dépend de son poids en rapport à son influence d'agir dans un laps de temps.

Par exemple, pour la dimension environnement, celle-ci a une évaluation plus élevée que les deux autres, par contre son résultat après pondération n'est pas le plus élevé. Ce qui justifie cela, c'est que la pondération vient jouer son rôle d'arbitrage en rapport au poids de chaque critère et de l'objectif.

La dimension socioéconomique a eu une pondération plus élevée, car ses critères sont très pertinents en rapport à l'objectif. Cela ne veut pas dire que les critères des autres dimensions ne sont pas pertinents quant à l'objectif. Toutefois, responsabiliser les populations sur les questions environnementales et sanitaires liées à la pollution est une solution durable dans la réduction de celle-ci à Dakar.

Pour la dimension sanitaire, elle a une évaluation importante, car elle souligne les conséquences de la pollution de l'air sur les individus. Cependant, elle n'influence pas directement la réduction de celle-ci. Pour la dimension environnement, celle-ci a une évaluation plus élevée que les deux autres, ses critères sont d'une grande importance en rapport à l'objectif et aux principes de DD, mais, par contre, sa réalisation doit se faire sur une période de longue haleine. C'est-à-dire qu'il n'y a pas d'urgence d'agir maintenant, selon le contexte économique de Dakar.

En résumé, l'analyse critériée montre que la dimension sanitaire peut avoir un rôle particulier quant à la réduction de la pollution. Elle peut jouer un rôle dissuasif afin que les populations fassent plus attention à leurs activités susceptibles de polluer l'air. Par contre, misant sur la dimension socioéconomique et celle de l'environnement, Dakar connaîtra une diminution significative de la pollution atmosphérique.

Tableau 5.3 Traduction des résultats en priorité d'action

Interprétation			
Pondération	10 % - 49 %	50 % - 79 %	80 % - 100 %
3	Agir à moyen ou à long terme	Agir maintenant	Agir maintenant
2	Neutre	Agir à moyen ou à long terme	Agir à moyen ou à long terme
1	Neutre	Neutre	Agir à moyen ou à long terme

6 RECOMMANDATIONS

L'analyse critériée et les recherches effectuées dans le cadre de ce travail s'ouvrent vers des solutions efficaces pour lutter contre la pollution de l'air à Dakar. Les recommandations sont traitées en catégories qui développent les trois dimensions abordées, soit les enjeux sanitaires, socioéconomiques et environnementaux liés à la pollution de l'air à Dakar. L'énoncé de chacune des recommandations est suivi d'un rappel des avantages pour chaque dimension, des acteurs visés et de la priorité à y accorder. En complément, des recommandations concernant la poussière en provenance du désert du Sahara ferment ce chapitre. Il est important de préciser que les recommandations sont fondées sur la classification qui ressort de l'analyse critériée, c'est-à-dire la nécessité d'agir et le moment opportun pour le faire. Les recommandations seront présentées selon les résultats en priorité d'action.

Celles-ci permettront aux décideurs et parties prenantes d'agir de façon éclairée pour développer des moyens de lutte efficaces contre la pollution de l'air et ses impacts sur la santé publique, l'environnement et l'économie.

6.1 Perspectives socioéconomiques

La majeure partie des personnes exposées à la pollution atmosphérique à Dakar et dans la sous-région sont inconscientes ou peu informées concernant les dangers d'exposition à un air de mauvaise qualité. Les explications à cela sont le taux d'alphabétisation très faible, le manque de moyen et l'exclusion des populations aux processus de décisions. Il est presque impossible pour la plupart des citoyens de lire et de comprendre l'information scientifique. Eu égard à ces circonstances, les trois solutions suivantes sont proposées :

✓ L'État doit mettre en place un programme d'aide au développement socioéconomique pour les mécaniciens informels.

C'est le MEDD, et le ministère des Finances en collaboration avec la BAD, la Banque mondiale et les banques privées, de mettre en place un programme de développement pour les mécaniciens du secteur informel. Il faut non seulement mettre en place une formation sur les enjeux et impacts liés à leurs activités de garagiste, mais aussi mettre à leur disposition les moyens financiers pour y parvenir. Le financement consiste à réaménager leur milieu de travail, et les lotir d'équipements qui se conforment au Code de l'environnement et aux principes de développement durable. Celui-ci peut être sous forme de prêt remboursable après trois ans avec un taux d'intérêt fixe de quatre pour cent selon les normes

usuelles de la BAD. Pour assurer l'efficacité du programme, il faut prévoir une évaluation de la mise en œuvre et un suivi à court et long terme.

✓ Avec la collaboration des parties prenantes, l'État doit mettre à la disposition des jeunes écoliers une initiation à l'environnement dès la formation au primaire.

Cette initiation sera similaire à une formation civique et permettra de responsabiliser la jeunesse aux enjeux liés à la pollution de l'air. Elle les outillera avec des moyens d'agir pour protéger efficacement l'environnement commun. Donc, les éduquer sur les dangers potentiels de l'incinération des ordures dans les rues, sur leur santé et l'environnement.

✓ L'État doit faciliter la participation des citoyens aux processus de prise de décisions des projets et programmes qui touchent leur localité.

Cela permet aux populations de participer significativement au développement de leur communauté. La participation assure la prise en compte des intérêts de tous. Le public aura une bonne compréhension des valeurs, bénéfices et intérêts d'un projet ou d'un programme donné. Il pourra ainsi trouver un consensus avec les promoteurs pour une amélioration ou un ajustement à leurs préoccupations.

6.2 Perspectives environnementales

Pour préserver l'environnement et réduire la pollution de façon efficace à Dakar, les sept solutions suivantes sont proposées :

✓ Le MEDD doit renforcer les capacités du système de gestion de la collecte de matières résiduelles pour le rendre efficace.

Ce renforcement du système de gestion permettra une collecte efficace des matières résiduelles. Par renforcement de système, il faut comprendre l'acquisition de fournitures et l'augmentation du personnel qualifié. Cela permettra de récupérer plus fréquemment les matières, ainsi les citoyens ne s'adonneront plus à l'incinération. Il faudra aussi prévoir des moyens dissuasifs comme la sanction pécuniaire afin de les décourager l'incinération des matières résiduelles. Ainsi, la pollution provenant de celle-ci pourra être diminuée de façon importante. Il faudra un suivi rigoureux et efficace afin d'avoir de bons résultats.

✓ Le ministère des Transports et le MEDD avec la collaboration de la BAD doivent prévoir la suppression des anciens véhicules de transport en commun datant des années 1970 à 2002.

Ces véhicules dégagent beaucoup de polluants atmosphériques dangereux pour la santé et l'environnement. Cela suppose un programme efficace et efficient de remplacement. Il s'agira d'offrir

une alternative aux propriétaires de véhicules à remplacer. C'est-à-dire leur proposer une automobile à leur convenance sous forme de financement avec des versements mensuels égaux, pour un maximum de huit ans avec un taux d'intérêt ne dépassant pas sept pour cent. Les voitures saisies seront mises hors usage puis déchiquetées et recyclées à des fins de valorisation de l'acier. Si toutefois, la capacité d'accueil des entreprises de recyclage de l'acier est atteinte, prévoir à court et moyen terme, les vendre à des partenaires internationaux pour valorisation de l'acier uniquement.

✓ À long terme, prévoir l'ouverture de nouvelles entreprises de recyclage et de valorisation de l'acier des vieilles voitures au pays.

La valorisation est au premier plan dans la politique de protection de l'environnement du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques du Québec [MELCC]. Le recyclage des vieilles automobiles favorise le développement économique du pays en créant de nouveaux emplois, et permet aussi de préserver l'environnement. Les voitures récupérées dans le cadre du présent programme seront valorisées uniquement à des fins de recyclage de l'acier.

✓ L'État pourrait resserrer sa politique sur les importations de véhicules usagés au Sénégal. L'âge des véhicules devrait être diminué à cinq ans au maximum.

Toutefois, si la réduction de la règle actuelle des huit ans vers un à cinq ans n'est pas envisageable immédiatement pour le gouvernement, il faut impérativement mettre en place des mesures de contrôles efficaces pour les véhicules d'occasion importés. Les éléments suivants devront être diagnostiqués avec une attention particulière, soit l'ensemble du système d'échappement, les sondes à oxygène, la panne à huile et tous autres éléments nécessaires à son bon fonctionnement. Les techniciens devront s'assurer que les véhicules répondent aux minimums des critères standards environnementaux tels que définis par les fabricants quant aux gaz provenant du système d'échappement. Faute de quoi des réparations obligatoires ou l'interdiction de circuler pourront s'appliquer.

✓ Prévoir des sanctions pécuniaires et pénales selon la nature des polluants et leur niveau de contamination.

Ces sanctions devront être appliquées avec rigueur et détermination comme le dicte le Code de l'environnement de 2001. Pour ce faire, il faudra des agents bien formés et assermentés équipés avec une technologie de pointe capable de transmettre l'information en temps réel. Autrement dit, des appareils qui permettront de détecter le niveau de polluants dans l'air et de déterminer la sanction

pertinente, soit pécuniaire et pénale, s'il s'agit de récidive. Pour cela, il faudra mettre à jour le Code de l'environnement afin d'y intégrer des textes qui se rapportent le plus aux changements climatiques.

✓ Le MEDD avec la collaboration des groupements de femmes, des associations et ONG, devra à court, moyen et long terme, s'adonner à la revitalisation des forêts et des MH en zone urbaine.

La revitalisation des forêts, et des MH existants doit, par contre, être une priorité pour le MEDD et les populations. Ces milieux pourront participer non seulement à la réduction du CO₂ et des inondations, mais favoriseront aussi le développement de certaines espèces végétales et fauniques. Ils permettront aussi de compenser les impacts du cadre bâti sur l'environnement.

✓ Mettre en place une taxe verte et le droit de polluer comme instrument de politique publique

Cette taxe permettra aux automobilistes et industrielles de réduire leur empreinte carbone. En d'autres mots, la taxe pour les automobilistes sera appliquée sur l'essence et le droit d'immatriculation. Concernant les industries, il s'agira d'un certain seuil à ne pas dépasser, fixé dans le Code de l'environnement. Une fois ce seuil dépassé, une taxe s'applique. Cela permet de dissuader les gestionnaires de ces compagnies afin de réduire leur pollution.

6.3 Recommandations pour contrer les particules de poussières provenant du Sahara

Le désert du Sahara impacte significativement la qualité de l'air à Dakar durant la période de l'Harmatan, soit de novembre à juin. Chaque année durant cette période, la qualité de l'air est dégradée et les particules fines (PM_{2,5} et PM₁₀) dépassent les limites fixées par l'OMS ainsi que la norme sénégalaise NS-05-062. Pour réduire l'entrée de la poussière à Dakar, mettre en place une muraille verte serait important. Celle-ci pourra se situer de Saint-Louis en allant par Richard Toll vers Ouri Sogui jusqu'à Diboli (annexe 2). La poussière représente des dangers pour la santé. Ainsi, les deux solutions suivantes sont proposées :

✓ Le MEDD en collaboration avec les parties prenantes et les communautés locales doit mettre en place une approche de muraille verte contre les vents en provenance du désert.

La seule solution efficace durable est celle de la plantation d'arbres. Seule celle-ci peut aider le Sénégal à éviter les impacts du désert sur la santé de sa population. Les barrières d'arbres pourront contrer les vents forts, et ainsi, empêcheront la poussière de voyager sur plusieurs kilomètres. Deux aspects primordiaux sont à inclure, soit assurer l'évaluation de la mise en œuvre et mettre en place des moyens de suivi efficaces pour la durabilité de la muraille verte. Cette muraille permettra de développer des emplois pour les communautés et assurera une autonomie alimentaire.

✓ Pour la mise en place du projet de muraille verte, le gouvernement doit rapidement, en moins de six mois, mettre en place des campagnes de sensibilisation au reboisement.

Le démarrage rapide d'une campagne de sensibilisation est à prévoir dès maintenant pour inciter les populations à planter des arbres. Cette campagne permettra aussi d'éveiller les consciences sur les retombées éventuelles que les plantations pourraient avoir sur les communautés.

6.4 Perspectives sanitaires

La santé des populations est souvent affectée par la mauvaise qualité de l'air à Dakar, un ensemble de moyens permettront aux populations d'avoir une information de qualité et de planifier leurs déplacements et activités de plein air. Ce faisant, celles-ci seront moins exposées à une mauvaise qualité de l'air. Les trois moyens à adopter seront les suivants :

✓ Le ministère de la Santé doit prévoir une augmentation de la capacité d'accueil du Centre pneumologique de Fann et ouvrir un autre Centre dans la banlieue de Dakar (Guédiawaye).

Cela permettra de raccourcir les rendez-vous de diagnostic et de radiologie pulmonaire suite à l'exposition à de l'air pollué et de rapprocher les services du Centre pneumologique aux citoyens. Les travailleurs de la santé pourront détecter plus vite une maladie liée à la pollution de l'air, et ainsi, fournir dans un court délai le ou les traitements appropriés.

✓ Le MEDD doit déployer les moyens financiers et logistiques nécessaires au CGQA afin que celui-ci diffuse les informations nécessaires liées à la qualité de l'air à Dakar et dans la sous-région à temps réel, notamment par la relance du site internet du CGQA.

Les efforts de vulgarisation scientifique passent par un site internet qui informe les populations et la relaie vers une application mobile sur la qualité de l'air. Ainsi, l'information sera plus accessible aux populations pour que celles-ci demeurent informées sur les risques liés à la qualité de l'air en temps réel.

✓ Des séances d'information sont à réaliser une à deux fois par mois à la radio et à la télévision.

Ces séances permettront à la population de rester informée sur l'état de la qualité de l'air et des stratégies à appliquer pour planifier les déplacements et les activités de plein air. Ce faisant, celle-ci sera moins exposée à un air de mauvaise qualité.

CONCLUSION

L'objectif principal de cet essai était de déterminer l'impact des effets négatifs liés à la pollution atmosphérique au Sénégal, particulièrement à Dakar, sur l'environnement, la santé et l'économie. Six objectifs spécifiques ont été établis, dans l'optique d'atteindre le but principal de ce travail.

Pour atteindre l'objectif principal et répondre à la question de départ, il a fallu passer par plusieurs étapes. Tout d'abord, la présentation globale du sujet et du milieu à l'étude a été faite, suivie de l'atteinte du premier objectif spécifique. Ceux-ci ont permis de contextualiser la problématique et de déterminer les différentes sources de pollution de l'air extérieur à Dakar. Pour arriver à un résultat opportun, il a fallu descendre sur le terrain pour recueillir des données empiriques. Ces données ont été obtenues par l'entremise d'un diagnostic de la situation et des entrevues non dirigées effectuées à Dakar et Thiès. Le deuxième objectif spécifique avait pour but de compiler les enjeux liés à la mauvaise qualité de l'air. Celui-ci a permis d'explorer les conséquences liées à la pollution atmosphérique locale. Les conséquences liées à la pollution atmosphérique locale qui sont, entre autres, les répercussions sur l'environnement, la santé, la biodiversité, le climat, l'économie. En complément, sont abordés le niveau de connaissance des Sénégalais sur les enjeux de la pollution et les difficultés quant à l'accès à l'information scientifique. Ces derniers sont des obstacles réels dans la lutte contre la pollution atmosphérique. Le troisième objectif spécifique était d'évaluer les impacts négatifs liés à la dégradation de l'air à Dakar. Celui-ci a été atteint grâce à une classification des impacts par enjeux et la détermination des éléments principaux de la chaîne des conséquences. Cet objectif spécifique confirme que la qualité de l'air à Dakar est négativement impactée. Le quatrième objectif spécifique était d'aborder les instruments locaux et internationaux disponibles pour lutter contre ce fléau. Celui-ci a permis d'exposer deux types d'instruments de lutte, soit les instruments traditionnels et novateurs. L'instrument traditionnel est toujours de mise au Sénégal tandis que, dans des juridictions françaises et québécoises, les deux instruments sont arrimés entre eux pour arriver à de meilleurs résultats. Enfin, un jugement objectif est porté aux instruments traditionnels et novateurs pour déterminer leur transférabilité au regard d'enjeux spécifiques à Dakar. Les quatre objectifs spécifiques ont été fusionnés pour bâtir le cinquième objectif spécifique qui était de mener une analyse critériée de pertinence d'un bon système pour Dakar. Pour atteindre cet objectif spécifique, il a fallu recourir à 9 critères sur trois dimensions de DD. À l'aide d'une grille d'analyse, les critères évalués puis pondérés produisent des résultats intégrés au dernier objectif spécifique.

Ce dernier était de formuler des recommandations porteuses de solutions qui s'inscrivent dans un principe de durabilité. Les recommandations ont été formulées en tenant en compte des résultats obtenus à chaque dimension, puis adressées aux décideurs et parties prenantes. Les objectifs spécifiques ont été atteints, permettant ainsi de répondre à l'objectif principal de cet essai.

Pour terminer, cet essai a permis non seulement d'explorer les réalités de la société sénégalaise sur la pollution de l'air, principalement celle de Dakar, mais aussi de déterminer les véritables sources de problème de pollution atmosphérique, les impacts négatifs qu'elle engendre et les enjeux. D'après les résultats obtenus dans ce travail, il s'avère important de mener une réflexion sur l'anthropocentrisme des Sénégalais, particulièrement celui des Dakarais, afin de connaître à quel point, les populations se soucient de l'environnement.

LISTE DES RÉFÉRENCES

- Africa Presse Paris. (2019). Agenda Lyon, 28 mars - « Le Sénégal, un nouvel émergent ? » Une conférence de l'association humanitaire Marilla. <https://www.africapresse.paris/AGENDA-LYON-28-mars-Le-Senegal-un-nouvel-emergent-Une-conference-de-l>
- Agence Anadolu. (2019). Sénégal : les mécaniciens en quête d'une assistance publique. <https://www.aa.com.tr/fr/culture-et-arts/s%C3%A9n%C3%A9gal-les-m%C3%A9caniciens-en-qu%C3%AAted'une-assistance-publique/65499#>
- Agence européenne pour l'environnement. (2021). Une meilleure qualité de l'air est bénéfique à la santé humaine et contribue à la lutte contre le changement climatique. Une meilleure qualité de l'air est bénéfique à la santé humaine et contribue à la lutte contre le changement climatique — Agence européenne pour l'environnement (europa.eu)
- Agence France-Presse (AFP). (2017-2021). Dakar figure parmi les villes les plus polluées au monde, mais n'est pas en seconde position du classement. <https://factuel.afp.com/dakar-figure-parmi-les-villes-les-plus-polluees-au-monde-mais-nest-pas-en-seconde-position-du>
- Agence nationale de la statistique et de la démographie. (2012a). Indicateurs socio-démographiques. République du Sénégal. <http://www.ansd.sn/>
- Agence nationale de la statistique et de la démographie. (2012 b). Produit intérieur brut annuel (base 2014). http://www.ansd.sn/index.php?option=com_ansd&view=titrepublication&id=2
- Agence nationale de la statistique et de la démographie. (2020c). Situation économique et sociale régionale 2017-2018. Juillet 2020. <http://www.ansd.sn/ressources/ses/SES-Dakar-2017-2018.pdf>
- Agence nationale de la statistique et de la démographie. (2020 d). Situation économique et sociale régionale 2017-2018. Juillet 2020. <http://www.ansd.sn/ressources/ses/SES-Thies-2017-2018.pdf>
- ANSD. (2019). Situation économique et sociale régionale 2019. <http://www.ansd.sn/ressources/ses/SES-Dakar2019.pdf>
- ARKU R.E., VALLARINO J., DIONISIO K.L., WILLIS R., CHOI H., SPENGLER J.D., EZZATI M. (2008). « Characterizing air pollution in two low-income neighborhoods in Accra, Ghana ». *Science of the Total Environment*, vol. 402, 2008, pp. 217-231. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18565573/>
- ASSAMOI E.M. (2011). Emissions anthropiques d'aérosols carbonés en Afrique en 2005 et en 2030 : élaboration d'inventaires et évaluation. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00585492/document>
- ASN. (2003). Norme sénégalaise. Pollution atmosphérique – Norme de rejets. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/sen54266.pdf>
- Atlas climatique du Canada [ACC]. (2021). Changements climatiques, qualité de l'air et santé publique. <https://atlasclimatique.ca/changements-climatiques-qualite-de-lair-et-sante-publique>
- Atmo. (s. d.) Les effets hude la pollution de l'air sur l'environnement. <https://www.atmo-nouvelleaquitaine.org/article/les-effets-de-la-pollution-de-lair-sur-lenvironnement>
- Awa Ndong. (2019). Pollution de l'air extérieur et intérieur à Dakar (Sénégal) : caractérisation de la pollution, impact toxicologique et évaluation épidémiologique des effets sanitaires. Toxicologie. Université du Littoral Côte d'Opale; Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Faculté

mixte de médecine et de pharmacie (1960). Français. (NNT : 2019DUNK0510).
<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02142594>

- Banque Africaine de développement [BAD]. (2009). Sendou 125 MW Centrale à Charbon.
<https://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Environmental-and-Social-Assessments/EIES%20-%20Sendou%20125MW%20Centrale%20a%20Charbon%20-%208%2019%202009%20FV.pdf>
- Banque mondiale. (2021a). La Banque mondiale au Sénégal. Sénégal – Vu d’ensemble.
<https://www.banquemondiale.org/fr/country/senegal/overview>
- Banque mondiale. (2021b). Qualité de l’air et santé respiratoire : lutter plus efficacement contre la pollution atmosphérique.
<https://www.banquemondiale.org/fr/news/feature/2015/02/19/clean-air-and-healthy-lungs-how-to-better-tackle-air-pollution>
- Bernstein et al. (2004). Health effects of air pollution. *J Allergy Clin Immunol*, 114(5), 1116-1123. doi: 10.1016/j.jaci.2004.08.030. [https://www.jacionline.org/article/S0091-6749\(04\)02266-3/fulltext](https://www.jacionline.org/article/S0091-6749(04)02266-3/fulltext)
- Business & Human Rights Resource Centre. (2016). Sénégal : Mécontentement des populations suite aux fuites de carburant d’un oléoduc de la Société africaine de Raffinage impactant leur santé. « Fuite de carburants du pipeline de la Sara Thiaroye/mer – Les populations en danger permanent exigent sa délocalisation », 26 août 2016. <https://www.business-humanrights.org/en/latest-news/s%C3%A9n%C3%A9gal-m%C3%A9contentement-des-populations-suite-aux-fuites-de-carburant-dun-ol%C3%A9oduc-de-la-soci%C3%A9t%C3%A9-africaine-de-raffinage-impactant-leur-sant%C3%A9/>
- Carlos Diaz Rivero. (2018). Régularisation des garagistes automobiles au Sénégal.
http://www.casafrika.es/sites/default/files/old_cms/casafrika/Economia-y-Empresa/ESTUDIO-DEL-SECTOR-DE-LOS-TALLERES-DE-AUTOMOCION-EN-SENEGAL_jul2019_FR.pdf
- Carter, Neil. (2001). *The Politics of the Environment: Ideas, Activism, Policy*. Cambridge, Cambridge University Press. ISBN : 9 781 139 163 859
- CERES-ERTI. (2014-2015). Pollution atmosphérique, biodiversité et écosystèmes.
http://www.ceres.ens.fr/IMG/pdf/Pollution_atmospherique_biodiversite_et_ecosystemes_VF.pdf
- CESTI. (2012). Médias et changement climatique. Le rôle des médias dans la protection de l’environnement. Association des journalistes en régions frontalières.
https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=fe0479bd-7863-7d95-7d34-052e2e496d35&groupId=252038
- Chaloux et al. (2017). L’action publique environnementale au Québec. Entre local et mondial. Les Presses de l’Université de Montréal. Monographie HC79E5A282017.
- Chaire écosanté. (s. d). Pollution urbaine de l’air et maladies non transmissibles en écosanté (ChairPol).
<https://chaire-ecosante-aoc.uqam.ca/>
- CIRAD. (2020). La recherche agronomique pour le développement. Intégrer la diversité des savoirs dans IPBES ? Analyse des formes de co-construction des savoirs science-politique dans la nouvelle plateforme intergouvernementale pour la biodiversité, Réseau thématique 29 – Sciences et techniques en société. <https://agritrop.cirad.fr/579043/>

- Cissokho D, Sy, Oumar, Ndiaye Lat Grand. (2018). Usage du bois comme combustible de cuisson lors des événements sociaux : un danger pour l'environnement en pays Soninké (Sénégal). https://www.researchgate.net/publication/330400736_USAGE_DU_BOIS_COMME_COMBUSTIBLE_DE_CUISSON_LORS_DES_EVENEMENTS_SOCIAUX_UN_DANGER_POUR_L'ENVIRONNEMENT_EN_PAYS_SONINKE_SENEGAL
- Claire Demay. (2011). La pollution de l'air à Dakar. Mémoire de Master I de géographie TMEC. Sous la direction de M. Yves Richard et de M. Mbaye Diop. https://climatologie.u-bourgogne.fr/documents/theses_master/2011/Demay_2011.pdf
- CMED. (1987). Le rapport Brundtland. <https://www.are.admin.ch/are/fr/home/media-et-publications/publications/developpement-durable/brundtland-report.html>
- Convention on Biological Diversity. (s. d). Connecting Global Priorities: Biodiversity and Human Health. A State of Knowledge Review. <https://www.cbd.int/health/SOK-biodiversity-en.pdf>
- Cour des comptes. (2015). Rapport sur les politiques publiques de lutte contre la pollution de l'air. <https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/EzPublish/20160121-rapport-politiques-publiques-lutte-contre-pollution-air.pdf>
- Darragon, È., Mattei, M. & Marchal, J. (2019). Les politiques publiques de lutte contre la pollution de l'air : les constats de la Cour des comptes française. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 96 (4), 50-53. <https://doi.org/10.3917/re1.096.0050>
- DEEC. (2021). Ministère de l'Environnement et du Développement durable. Développement durable. <http://www.denv.gouv.sn/index.php/developpement-durable/presentation>
- Déclaration de Rio. (1992). Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement. https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/1992_declaration_de_rio.pdf
- Doumbia et al. (2018). Emissions from the Road Traffic of West African Cities: Assessment of Vehicle Fleet and Fuel Consumption. https://www.researchgate.net/publication/327382562_Emissions_from_the_Road_Traffic_of_West_African_Cities_Assessment_of_Vehicle_Fleet_and_Fuel_Consumption
- Encyclopédie de l'environnement. (s. da). Particules en suspension dans l'air : leurs effets sur la santé. <https://www.encyclopedie-environnement.org/sante/particules-air-effets-sante/>
- Encyclopédie de l'environnement. (s. db). Quel est l'impact des polluants de l'air sur la végétation ? <https://www.encyclopedie-environnement.org/vivant/impacts-polluants-air-sur-vegetation/>
- Fann N., Lamson A.D, et al. (2012). Estimating the National Public Health Burden Associated with Exposure to Ambient PM2.5 and Ozone. *Risk Analysis* 32:81 – 95. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21627672/>
- Fondation pour l'alphabétisation. (2021). Les conséquences de l'analphabétisme. <https://www.fondationalphabetisation.org/analphabete-les-causes/consequences-lanalphabete/>
- France diplomatie. (s. d.) Présentation du Sénégal. http://archive.wikiwix.com/cache/index2.php?url=http%3A%2F%2Fwww.diplomatie.gouv.fr%2Ffr%2Fpays-zones-geo_833%2Fsenegal_355%2Fpresentation-du-senegal_1293%2Fgeographie_26959.html

- France 24. (s. d.) Les observateurs. Des Sénégalais étouffent, coincés entre une cimenterie et une centrale à charbon. <https://observers.france24.com/fr/20170608-senegalais-bargny-etouffent-cimenterie-centrale-charbon-pollution>
- Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg. (2019). Effets des COV sur la santé et l'environnement. Portail de l'environnement. https://environnement.public.lu/fr/loft/air/Polluants_atmospheriques/COV/effets-COV.html
- Gouvernement du Canada. (2021a). Composés organiques volatils (COV). Effets sur la santé. <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/qualite-air/contaminants-air-interieur/composes-organiques-volatils.html>
- Gouvernement du Canada. (2021b). Les effets de la pollution de l'air sur la santé. <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/qualite-air/effets-pollution-air-interieur-sante.html#a6>
- Gouvernement du Canada. (2018). Pluies acides : causes et effets. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/pollution-atmospherique/enjeux/pluies-acides-causes-effets.html>
- Gouvernement du Sénégal. (2017). Présentation générale. République du Sénégal. <https://www.sec.gouv.sn/pr%C3%A9sentation-g%C3%A9n%C3%A9rale>
- Gouvernement du Sénégal. (s. d.) Journal officiel (JO) Loi 2001-02 portant Code de l'environnement. <http://www.jo.gouv.sn/spip.php?article9365>
- I. Diouf, C. T. Ndiaye et N. B. Dieme. (2018). Dynamique et transmission linguistique au Sénégal au cours des 25 dernières années. <https://www.erudit.org/fr/revues/cqd/2017-v46-n2-cqd04128/1054052ar/>
- Institut canadien pour des choix climatiques [ICPCC]. (s. d.) Les coûts des changements climatiques pour la santé. Comment le Canada peut s'adapter, se préparer et sauver des vies. https://choixclimatiques.ca/wp-content/uploads/2021/06/ChoixClimat_Cou%CC%82tsSante%CC%81_Juin2021.pdf
- Institut de cardiologie de Montréal. (s. d.) Observatoire de la prévention. Boire du lait est-il essentiel à la santé ? <https://observatoireprevention.org/2018/02/06/boire-lait-essentiel-a-sante%E2%80%89/>
- Institut national de santé publique du Québec. (2012). Bilan de la qualité de l'air au Québec en lien avec la santé, 1975-2009. https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1432_BilanQualiteAirQcLienSante1975-2009.pdf
- IPCC. (s. d.) Global warming of 1.5° C. Special report. <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- Jarjoui et al. (2000). Pollution des eaux souterraines par les hydrocarbures aromatiques polycycliques et évaluation du risque. <https://www.shf-lhb.org/articles/lhb/pdf/2000/06/lhb2000080.pdf>
- Jeune Afrique. (2021). Gestion des déchets : Dakar dans l'impasse. <https://www.jeuneafrique.com/1121665/economie/gestion-des-dechets-dakar-dans-limpasse/>
- La mosaïque nord-américaine. (s. d.) Aperçu des principaux enjeux environnementaux. Dépôts acides. <http://www3.cec.org/islandora/fr/item/984-north-american-mosaic-overview-key-environmental-issues-fr.pdf>

- La plateforme des ONG européennes au Sénégal. (s. d.) 36 projets trouvés.
<https://www.pfongue.org/spip.php?page=resultat>
- Le Manuel Merck. (2021). Maladies liées à la pollution de l'air. Sujets médicaux.
<https://www.merckmanuals.com/fr-ca/professional/troubles-pulmonaires/maladies-pulmonaires-li%C3%A9es-%C3%A0-environnement/maladies-li%C3%A9es-%C3%A0-la-pollution-de-air>
- Le Point Afrique. (2019). Canicule au Sénégal : « On ne nous dit jamais de faire attention à la chaleur »
https://www.lepoint.fr/afrique/canicule-au-senegal-le-vrai-probleme-c-est-quand-le-thermometre-descend-a-18-degres-29-06-2019-2321712_3826.php
- Lombard et al. (2004). Les rues de Dakar : espaces de négociation des transports collectifs. Dans autre part 2004/4 (No32), Pages 115 à 134 <https://www-cairn-info.ezproxy.usherbrooke.ca/revue-autrepart-2004-4-page-115.htm>
- MAAAR. (2021). Effets de la pollution atmosphérique sur les cultures agricoles. Fiche technique. Effets de la pollution atmosphérique sur les cultures agricoles (gov.on.ca)
- Marc. J-Olivier. (2017). Chimie de l'environnement. Monographie complétée d'un cahier d'apprentissage électronique. [2e éd] 2e tirage. ISBN 978-2-9814758-9-3
- Meteoblue. (2006-2021). Qualité de l'air et prévisions de pollen pour Dakar-Marine.
https://www.meteoblue.com/fr/meteo/outdoorsports/airquality/dakar-marine_s%C3%A9n%C3%A9gal_2595760
- Ministre de l'Environnement et du Développement Durable. (2015a). Troisième communication nationale du Sénégal à la convention-cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques.
<http://unfccc.int/resource/docs/natc/sennnc3.pdf>
- Ministre de l'Environnement et du Développement Durable. (2015b). Stratégie nationale de développement durable.
http://www.denv.gouv.sn/images/documentsenligne/SNDD%202015_Version%20Finale.pdf
- Ministre de l'Environnement et du Développement Durable. (2019). Rapport annuel 2019, produit par le CGQA. Suivi de la qualité de l'air à Dakar.
- Ministère de la Transition écologique. (s. d.) Pollution de l'air : origines, situation et impacts.
<https://www.ecologie.gouv.fr/pollution-lair-origines-situation-et-impacts>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. (2019). Rapport d'avancement 2018 par rapport aux normes canadiennes de la qualité de l'air ambiant. Québec, Direction de la qualité de l'air et du climat, ISBN 978-2-550-85734-1 (PDF), 16 p. https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/particules_ozone/rapport2018.pdf
- National Geographic. (2015-2017). La pollution de l'air fait tousser Dakar. Environnement. La capitale sénégalaise concentre de nombreux facteurs de dégradation de la qualité de l'air, qui en font « la deuxième ville la plus polluée » du monde, selon les derniers chiffres de l'Organisation mondiale de la santé. Publication 2019.
<https://www.nationalgeographic.fr/environnement/2019/01/la-pollution-de-lair-fait-tousser-dakar>
- Nations Unies. (2007). Comité des politiques de l'environnement. Conseil économique et social - Commission économique pour l'Europe.

<https://unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2007/ece/cep/ac.11/ece.cep.ac.11.2007.13.f.pdf>

Nations Unies. (s. da.) La Convention sur la diversité biologique, traité international pour un avenir durable. Journée nationale de la diversité biologique 22 mai.

<https://www.un.org/fr/observances/biological-diversity-day/convention>

Nations Unies. (s. db.) Journée internationale de la diversité biologique 22 mai.

<https://www.un.org/fr/observances/biological-diversity-day/convention>

Ndong et al. 2018. Outdoor and Indoor Air Pollution Exposure: A Cross-Sectional Study in Dakar City (Senegal). *Toxicology Letters: Supplement* 1 295: 167.

<https://usherbrooke.on.worldcat.org/oclc/7849274656>

Notre-planète.info. (2001-2021). Pollution de l'air : les particules fines [PM2.5, PM10].

https://www.notre-planete.info/environnement/pollution_air/particules-fines.php Population

OCDE. (2016). Les conséquences économiques de la pollution de l'air extérieur. Des politiques meilleures pour une vie meilleure. https://read.oecd-ilibrary.org/environnement/les-consequences-economiques-de-la-pollution-de-l-air-exterieur_9789264262294-fr#page1

ONU. (1972-2022). Pollution de l'air et changements climatiques : les deux faces d'une même médaille.

Programme pour l'environnement. <https://www.unep.org/fr/actualites-et-recits/recit/pollution-de-lair-et-changements-climatiques-les-deux-faces-dune-meme>

Organisation mondiale de la Santé. (2021). Programme international sur la sécurité des substances chimiques. Approche stratégique de la gestion internationale des produits chimiques.

<https://www.who.int/ipcs/saicm/saicm/fr/>

Philip J Landrigan et al. (2018). The Lancet Commission on pollution and health.

[https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(17\)32345-0/fulltext?dgcid=TheLancetTwitter_social_lancet&sf166527609=1#ushealth-linkback-header](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(17)32345-0/fulltext?dgcid=TheLancetTwitter_social_lancet&sf166527609=1#ushealth-linkback-header)

Population Data.net (2002-2018a). Atlas des populations et pays du monde. Palmarès – Mortalité.

<https://www.populationdata.net/palmares/mortalite/#S%C3%A9n%C3%A9gal>

Population Data.net (2002-2018b). Atlas des populations et pays du monde. Palmarès – Mortalité

infantile. <https://www.populationdata.net/palmares/mortalite-infantile/#S%C3%A9n%C3%A9gal>

Population Data.net (2002-2018c). Atlas des populations et pays du monde. Sénégal.

<https://www.populationdata.net/pays/senegal/>

Raaschou-Nielsen, O et al. (2013). Air pollution and lung cancer incidence in 17 European cohorts:

prospective analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE).

<https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S0140-6736%2813%2962158-3>

République du Sénégal. (2016). Mission permanente du Sénégal auprès de l'Office des Nations Unies à Genève. Ambassade du Sénégal en Suisse.

<https://www.ohchr.org/Documents/Issues/Women/WRGS/Earlyforcedmarriage/States/Senegal.pdf>

SALAM A., HOSSAIN T., SIDDIQUE M.N.A., ALAM A.M.S. (2008). Characteristics of atmospheric trace gases particulate matter, and heavy metal pollution in Dhaka, Bangladesh. *Air Quality, Atmosphere & Health*, vol. 1, n° 2, 2008, pp. 101-109.

https://www.researchgate.net/publication/225382376_Characteristics_of_atmospheric_trace_gases_particulate_matter_and_heavy_metal_pollution_in_Dhaka_Bangladesh

Science Direct. (2021). Cardiovascular effects of air pollution. Effets cardiovasculaires de la pollution de l'air. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875213617301304>

Seneweb (2019a). Poussière ambiante à Dakar : Les dangers d'un phénomène étrange!
https://www.seneweb.com/news/Societe/poussiere-ambiante-a-dakar-les-dangers-d_n_305522.html

Seneweb. (2019b). Pipeline de la SAR : une bombe qui menace Dakar.
https://www.seneweb.com/news/Societe/pipeline-de-la-sar-une-quot-bombe-quot-q_n_295768.html

Sierra N Clark, et al. (2020). High-resolution spatiotemporal measurement of air and environmental noise pollution in Sub-Saharan African cities: Pathways to Equitable Health Cities Study protocol for Accra, Ghana. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7440835/>

Statista. (s. d.) Les villes les plus polluées au monde. Pollution de l'air.
<https://fr.statista.com/infographie/13794/pollution-air-monde/>

Sud quotidien (2020). Dégradation de la qualité de l'air à Dakar et sur l'ensemble du Sénégal. Tsunami de poussière. https://www.sudonline.sn/tsunami-de-poussiere-_a_46567.html

The Lancet. (2021). The Lancet Commission on pollution and health. October 19, 2017.
[https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(17\)32345-0/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(17)32345-0/fulltext)

Tremblay et al. (2000). Les hydrocarbures aromatiques polycycliques : exposition et risques dans la population générale.
https://www.bibliotheque.assnat.qc.ca/DepotNumerique_v2/AffichageFichier.aspx?idf=14336

Villeneuve et al. (2016). Comment réaliser une analyse de développement durable ? Grille d'analyse de développement durable (GADD) de la Chaire en éco-conseil. Département des sciences fondamentales, Université du Québec à Chicoutimi, en partenariat avec l'OIF/IFDD.

World Health Organization. (2021a). Air pollution. Overview. https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1

World Health Organization. (2021b). Air quality and health. Health impact.
<https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/health-impacts>

World of Labor. (2021). Air pollution and worker productivity. Higher levels of air pollution reduce worker productivity, even when air quality is generally low. <https://wol.iza.org/articles/air-pollution-and-worker-productivity/long>

WSP Canada inc. (2015). Projet Akasaba Ouest : étude d'impact environnemental et social (ÉIES) (Rapport d'étude d'impact, numéro de référence : 1203-REP-002). Repéré à https://archives.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/Mine_Akasaba_ValdOr/documents/PR3.1.pdf

ANNEXE 1 – TABLEAU SYNTHÈSE DES PARTIES PRENANTES

Parties prenantes pertinentes	Préoccupations	Niveau d'influence
Gouvernement et ministères sénégalais (Gouv. Sn, s. d; MEDD, 2015a)	Respect de la Convention sur la Diversité biologique Mécanismes et outils de gestion efficace Économie Biens communs	Fort
Organisations internationales (Nations Unies, s. d; OMS, 2021; MTE, s. d.)	Économie (pauvreté et développement) Préservation de l'environnement et de la santé humaine Veillent au respect de la Convention sur la Diversité biologique	Moyen à Fort
Médias et citoyens (Ndong, 2019; Centre d'études des Sciences et techniques de l'Information [CESTI], 2012; Gouv. Sn, s. d.)	Protection de l'environnement local Économie locale et santé Attente au niveau de la gestion des gouvernements (État et municipalités) Environnement sain	Moyen à faible

ANNEXE 2 – L'ITINÉRAIRE POUR LA BARRIÈRE VERTE

