

IMPACT DE LA POLLUTION DE L'AIR PAR LES PARTICULES ATMOSPHÉRIQUES GROSSIÈRES (PM₁₀) DANS LA RÉGION DE DAKAR

Aminou Backo SALAO^{1,2,4*}, Namory Cheikh DIOP²,
Fariborz LIVARDJANI³, El Hadje Mamadou SONKO²
et Aminata MBOW-DIOKHANE⁴

¹ Université de Bangui (UB), Faculté des Sciences (FS), Département des Sciences de la Vie, BP 1450, Avenue des Martyrs, Bangui, Centrafrique

² Université Cheikh Anta Diop (UCAD), Institut des Sciences de l'Environnement (ISE), Faculté des Sciences et Technique (FST), Laboratoire d'Etudes Environnementales des Milieux Urbains et Ruraux (LEEMUR), BP 5005 Dakar-Fann, Sénégal

³ Université de Strasbourg, Centre Albert Jaeger, BP 70214, Strasbourg, France

⁴ Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés (DEEC), Centre de Gestion de la Qualité de l'Air (CGQA), 106, Rue Carnot - Dakar, Sénégal

(reçu le 22 Octobre 2024; accepté le 11 Décembre 2024)

* Correspondance, e-mail : aminoubackos@yahoo.com

RÉSUMÉ

La présente étude a pour objectif d'évaluer l'impact du niveau de concentrations des particules grossières (PM₁₀) sur la santé et sur l'environnement dans la ville de Dakar. Cinq stations, munies des analyseurs automatiques, réparties à travers la ville de Dakar sont utilisées pour prélever, à différentes périodes de l'année, les concentrations des particules atmosphériques 24h/24. Les concentrations mesurées ont été traitées et comparées au Norme Sénégalaise (NS-05-062) et la valeur guide de l'OMS. Les résultats obtenus montrent une variabilité saisonnière du niveau de concentrations des polluants PM₁₀. Les concentrations moyennes mensuelles relevées évoluent entre 133,5 µg/m³ et 262,3 µg/m³. Les maximums varient de 306,9 µg/m³ à 434,5 µg/m³. La dégradation de la qualité de l'air, est perceptible au mois de Décembre du fait de la rareté des pluies avec la fin de l'hivernage. En moyenne, 67 % des indices quotidiens sont bons et 25 % moyens. Ces concentrations élevées de particules suscitent une réelle inquiétude quant à leurs impacts sur la sante et sur l'environnement. Eu regard des résultats, il est important de mettre en place moyens pour lutter contre ce phénomène.

Mots-clés : *impact, pollution de l'air, particule grossières, Dakar, CGQA.*

ABSTRAT

Impact of air pollution by coarse atmospheric particles (PM₁₀) in the region of Dakar

The present study has for objective to evaluate the impact of the level of coarse particle concentrations (PM₁₀) on health and on the environment in the city of Dakar. We proceeded to campaigns of measures, at different period of the year between 2015 to 2019, by the five stations of the Center of management of the air Quality (CGQA) of Dakar. These stations permitted us to appropriate the lower aerodynamic particle concentrations has 10 microgram per cubic meter (PM₁₀ µg/m³) using automatic analyzers sensors. These concentrations are analyzed and are treated to the local level of the CGQA. The results obtained show a seasonal variability of the concentration level of the PM₁₀ pollutants. The monthly average concentrations recorded evolve between 133.5 µg/m³ and 262.3 µg/m³. The Maxima vary from 306.9 µg/m³ to 434.5 µg/m³. The deterioration of the air quality is noticeable in the month of December because to the rarity of rains with the end of the hevrnage. On average, 67 % of daily indications are good and 25 % average. These levels of elevated concentrations of particles raise a real concern about for their impacts on health and on the environment. Had consideration of the results obtained, it's important to put middle in place to fight against this phenomenon.

Keywords : *impact, air pollution, coarse particles, Dakar, CGQA.*

I - INTRODUCTION

La pollution atmosphérique est longtemps considérée comme une préoccupation sanitaire et environnementale des pays développés et en voie de développements. Les principales sources en sont les sources biogéniques et les sources anthropiques, liées aux activités humaines [1]. Toutes ces sources émettent dans l'air ambiant des gaz et des particules potentiellement néfastes pour la santé et pour l'environnement [2]. D'après l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 2017, 99 % de la population mondiale vivaient dans des endroits où les seuils préconisés par les lignes directrices de l'OMS relatives à la qualité de l'air n'étaient pas respectés [3]. Les effets combinés de la pollution de l'air interne et externe sont associés à 9 millions de décès par an [4]. On estimait à 6,7 millions le nombre de décès prématurés provoqués par la pollution de l'air extérieur dans le monde. 89 % de ces décès sont survenus dans des pays à revenu faible ou intermédiaire [4]. Tout comme certaines villes de la planète, la ville de Dakar n'est pas épargnée par ce phénomène de la pollution. Elle est soumise à des pollutions aux

particules, (les vents de sable venant du désert de Sahara), couplés à des conditions météorologiques, se traduisant par de pics de pollutions dans l'air ambiant [5]. Celles-ci peuvent rester en suspension durant plusieurs jours, provoquant ainsi des impacts sur la santé et sur l'environnement [3]. C'est donc, cet impact sur la santé et sur l'environnement qui justifie les recherches entreprises ces dernières années, au niveau international et régional, pour estimer le plus exactement possible les niveaux des PM_{10} dans les localités. La présente étude rentre dans ce contexte, elle a pour objectif d'évaluer le niveau des émissions des polluants particulaires (PM_{10}) dans la région de Dakar et leur impact sur la santé et sur l'environnement.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Description de la zone d'étude

La présente étude est réalisée dans la ville de Dakar, capitale du Sénégal. La région de Dakar est située dans la presqu'île du Cap Vert et s'étend sur une superficie de 550 km², soit 0,28 % du territoire national. Elle est comprise entre les longitudes 17°10 et 17°32 Ouest et les latitudes 14° 53 et 14° 35 Nord. Elle est limitée à l'Est par la région de Thiès et par l'Océan Atlantique dans ses parties Nord, Ouest et Sud (*Figure 1*) [6].

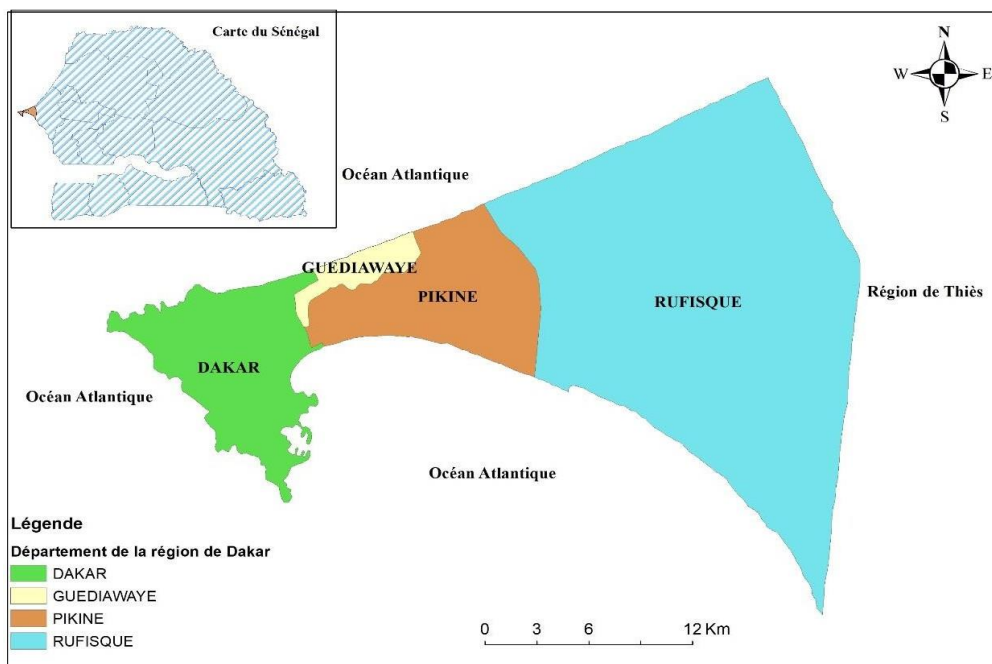


Figure 1 : Carte de la région de Dakar et ses départements (SALAO ; 2017)

Dans une zone tropicale subdésertique, Dakar bénéficie d'un microclimat de type côtier influencé par les alizés maritimes et la mousson. Le régime des vents est marqué par l'influence prédominante de l'alizé. Ce dernier est issu de l'anticyclone des Açores. Sa direction principale varie du Nord-Nord-Ouest à Nord-Nord-Est, généralement propice à la bonne dispersion et au lessivage des polluants atmosphériques [6]. La pluviométrie est caractérisée par une durée relativement courte de l'hivernage (saison des pluies), variant entre trois (3) et quatre (4) mois, soit de Juillet à Septembre, avec des températures avoisinant 27 °C et un pic de précipitations en Août (250 mm). Pendant la saison sèche, d'Octobre à Juin, on signale une rareté des pluies et le temps est un peu plus frais avec une température variant de 27° à 30° [7]. La région de Dakar est subdivisée en quatre (4) départements : Dakar, Pikine, Guédiawaye et Rufisque. Mais également en trois (03) communes : Bargny, Diamniadio et Sébikotane. Sa population est estimée en 2019 à 4 137 196 habitants avec 49 % d'hommes contre 51 % de femmes. Elle représente près du quart (25 %) de la population totale du pays (estimé à 13 508 715 habitants) avec une densité de 68,67 habitants au km² ; ce qui fait de la région de Dakar, la plus peuplée du Sénégal [6].

II-2. Méthodologie utilisée

Nous avons procédé à des campagnes continues de mesure réalisée à différente période de l'année, entre Janvier à Décembre, de 2015 à 2019 au niveau des sites ou stations de mesure fixes (*Figure 2*), du Centre de Gestion de la Qualité de l'Air (CGQA) de Dakar. Ces sites ou stations sont réparties à travers la ville de Dakar (*Figure 3*). Seule la station de Guedewaye qui n'a pas été prise en compte pour cette étude.



Figure 2 : Vue de l'extérieure d'une station de mesure de la qualité de l'air des HLM (CGQA)

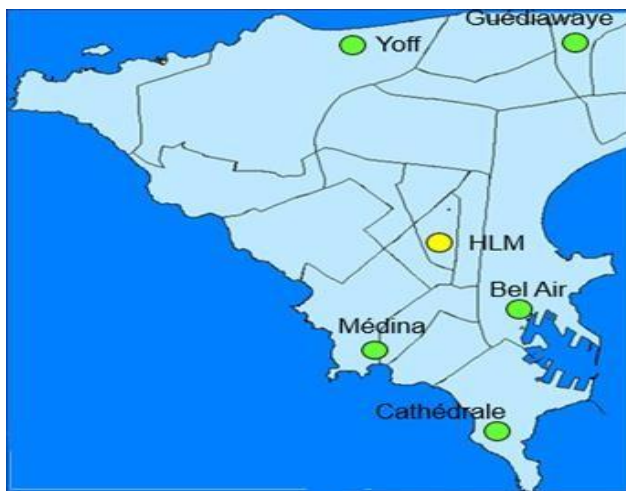


Figure 3 : Localisation des stations des mesures de la qualité de l'air de Dakar (CGQA) [5]

Ces stations de surveillance de la qualité de l'air sont équipées par des analyseurs automatiques permettant de mesurer les concentrations des PM₁₀ 24h/24h. Elles fournissent également des données de qualités de l'air pour l'ensemble des polluants surveillés, à raison d'une concentration par quart d'heure. Les mesures sont transmises par connexion ADSL au serveur du laboratoire central situé dans les locaux du CGQA [5] (*Figure 4*).

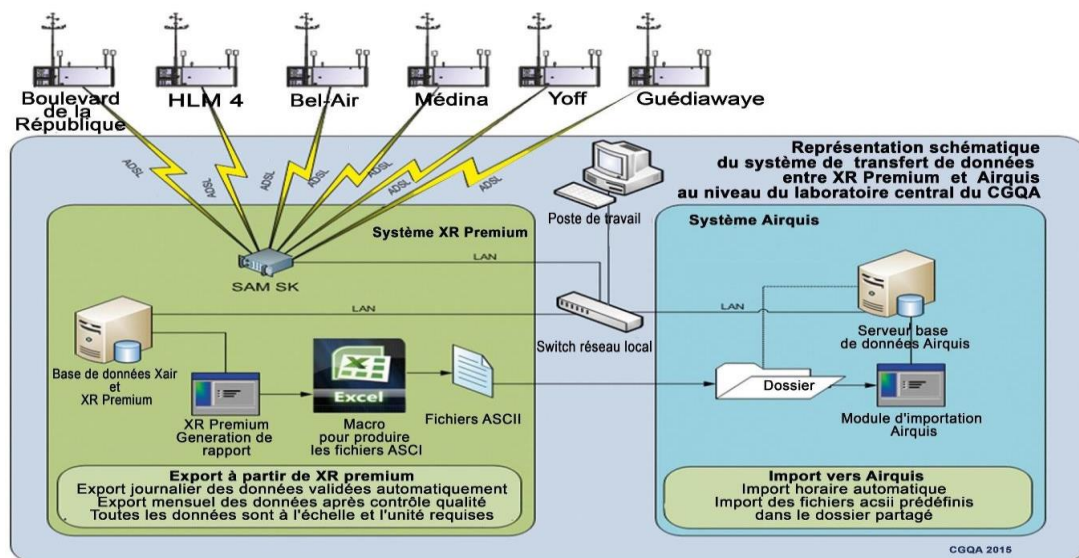


Figure 4 : Méthodologique du système de transfert de données par AirQUIS (Source CGQA)

Les particules prélevées dans l'air ambiant se déposent sur un filtre et augmentent la masse du système oscillant, provoquant ainsi un ralentissement de la fréquence d'oscillation. Cette variation de fréquence est convertie en variation de masse de poussières déposées. La mesure du débit volumique permet de déterminer la concentration en microgrammes de particules par mètre cube d'air [8]. Par ailleurs, les échantillons collectés sur filtres sont stockés ce qui permet de procéder à une caractérisation chimique et à une mesure gravimétrique sur balance de la masse prélevée. Il faut noter que, le transport jusqu'au site de prélèvement des analyseurs automatiques utilisés pour la surveillance réglementaire (*Tableau 1*) des particules se fait par un bouchon placé à l'entrée du prélèvement.

Tableau 1 : Valeur réglementaire du Sénégal et de l'OMS [9]

Polluants	Moyenne temporelle	Valeur réglementaire (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		Directives OMS	NS-05-62 (Sénégal)
Particules < 10 μm (PM ₁₀)	Journalière	50	260
	Annuelle	20	80

II-3. Matériel

Pour mener à bien cette étude, nous avons utilisé les moyens suivants : cinq sites ou stations de mesures fixes du CGQA situé au niveau de la ville de Dakar :

- Station de Medina, type Trafic ;
- Station de la Cathédrale, type Trafic ;
- Station de bel Air, type Industriel ;
- Station de Yoff, type régional de fond ;
- et la Station des HLM, type Urbain de fond.

III - RÉSULTATS ET DISCUSSION

III-1. Conditions météorologiques de l'agglomération dakaroise

Les paramètres météorologiques de l'agglomération dakaroise sont enregistrés avec la station des HLM, et par METEO Sénégal.

➤ *Rose des vents*

La rose des vents de l'agglomération dakaroise et les fréquences d'apparition des classes de la vitesse du vent suivant chaque direction sont présentées sur la *Figure 5*. Pour chacune des stations, la direction du vent est celle d'où vient le vent, répartie ici sur 360° [10]. Le Nord-est par convention indiqué en haut du diagramme (360°), l'Ouest-est à 270°, le Sud à 180° et l'Est à 90°.

Les barres les plus longues de cette rose montre d'où vient le vent ou encore la forme les masses d'air qui arrivent, sur l'agglomération dakaroise, principalement par deux secteurs : Nord-ouest et Nord - Nord-ouest. Les vents dominants (vitesse du vent > 4 m/s) arrivent principalement par le secteur Nord-ouest (**Figure 5**). Celui-ci indique que la dispersion des polluants est plutôt favorisée lorsque les masses d'air atteignent la région dakaroise (perturbations atlantiques) par le secteur Nord-Ouest (la vitesse du vent maximale annuelle en 2015 est de 30 km/h, et a été enregistrée dans ce secteur le 03/02/2015 de 14h à 15h).

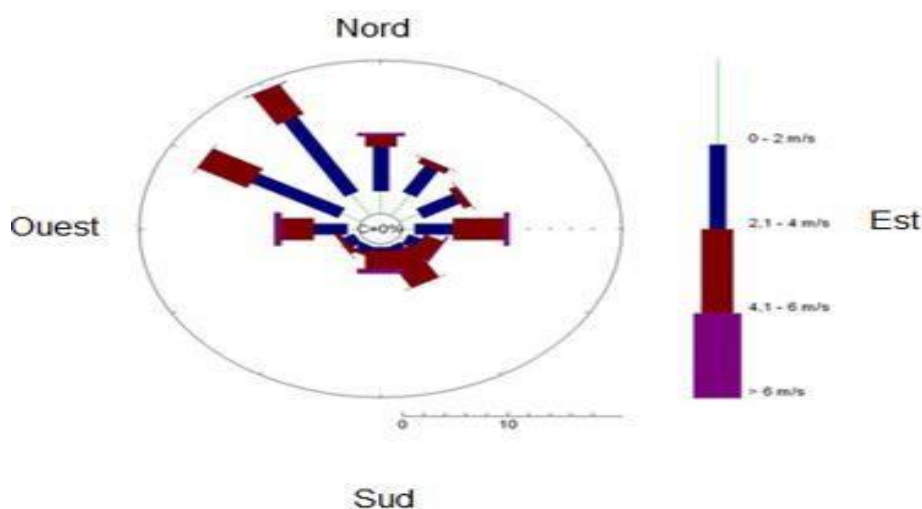


Figure 5 : Rose des vents générale par classe de vitesses 2015
(Station de HLM)

La température présente une grande variation entre 15,5°C (le 03/03/2015) et 36,8°C (le 9/10/2015). La température moyenne mensuelle maximale (28,4 °C) est enregistrée durant le mois d'Août. Le mois de Février est le mois le plus froid de l'année 2015 avec une température moyenne de 20,3°C.

III-2. Bilan des émissions des particules

III-2-1. Évolution des seuils de PM_{10} au regard des Normes Sénégalaises et l'OMS

Au Sénégal, les valeurs réglementaires des PM_{10} sont établies sur une référence annuelle, de la Norme NS 05-062 fixée à $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ et de la valeur guide de l'OMS fixée à $50\mu\text{g}/\text{m}^3$. L'évaluation est basée sur la représentativité de la période de mesure des années 2015 à 2019. Les mesures ont montré une forte concentration des niveaux des particules atmosphériques (PM_{10}), aussi bien pour le nombre de dépassements journaliers, que pour la moyenne annuelle. En 2015, les concentrations moyennes mensuelles

relevées évoluent entre $133,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $262,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les concentrations maximales varient de $327,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à $434,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Tableau 2**). Les valeurs les plus élevées sont observées sur le site de Yoff (station urbaine régionale).

Tableau 2 : Concentrations mensuelles annuelle des niveaux de PM_{10} en 2015

Stations	Bel Air (Industriel)	Boulevard de la République (Trafic)	Hlm (Urbain de fond)	Médina (Trafic)	Yoff (Urbain de fond)	Polluant étudié
Concentrations moyennes	$133,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$143,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$176,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$195,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$262,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	PM_{10}
Concentrations maximales	$345,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$327,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$399,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$358,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$434,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	

Par ailleurs, de 2016 à 2019, les concentrations de ce polluant (PM_{10}) durant cette période dans la ville, sont comprises entre $238 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (la plus faible en 2016) et $281 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (plus élevée en 2017). Les concentrations maximales varient de $345 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2018 à $771 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2016 (**Tableau 3**).

Tableau 3 : Évolution de concentrations moyennes et maximums annuels des PM_{10} pour la période de 2016 à 2019 dans la ville de Dakar

Polluant étudié	Année	2016	2017	2018	2019	NS-05-062	OMS
PM_{10}	Concentrations moyennes	$238 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$281 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$239 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$265 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$80 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	Concentrations maximales	$771 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$552 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$345 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$595 \mu\text{g}/\text{m}^3$	260	

Ces différences de concentrations sont principalement liées à la source naturelle de ces particules. D'abord par le positionnement géographique du site proche de la mer, qui reçoit d'importants apports des embruns marins, comme en témoignent les résultats des différentes études réalisées par Bhugwant et al, (2015) sur la commune de Sainte-Suzanne en Ile de la Réunion [11] et Favez, et al (2012) qui ont constaté 32 dépassements sur 45 durant la période de 2011 et début juin 2012 sur la station BON par rapport à la valeur seuil journalier de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM_{10} à Saint-Pierre de La Réunion [12].

III-2-2. Nombre et pourcentage de dépassements selon les Normes NS-05-062 et OMS

La comparaison entre nos résultats et les moyennes annuelles, montre des dépassements de 9 à 34 % selon la norme NS-05-062 fixée à $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valeur correspondante à la valeur limite annuelle et de 62 à 94 % selon la valeur limite de l'OMS fixée à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur l'ensemble des sites (**Figure 6**).

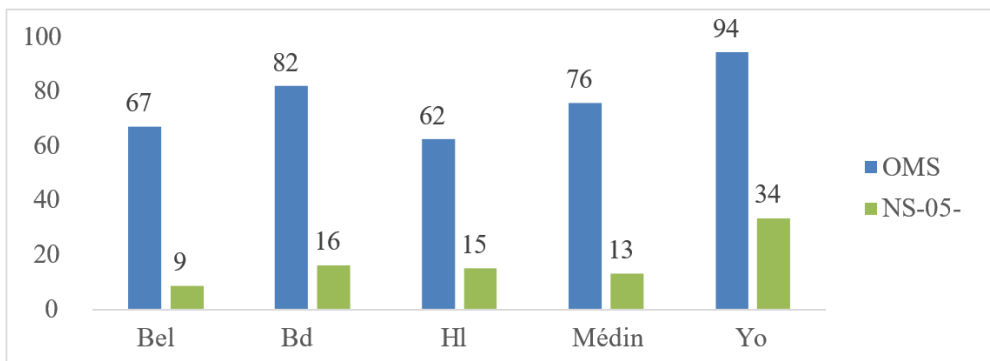


Figure 6 : Nombre de dépassements par rapport aux normes NS-05-062 et OMS (2015)

III-2-3. Évolution temporelle des PM₁₀

➤ A l'échelle annuelle

Les concentrations moyennes et maximales annuelles des particules grossières (PM₁₀), obtenues entre 2015 et 2019 sont supérieures aux valeurs guide de l’OMS (50 ug/m³) et la Norme Sénégalaise NS-05-062 (80 ug/m³). En 2015, la moyenne annuelle varie entre 50 et 70ug/m³, la valeur maximale entre 300 et 400ug/m³. La station la plus touchée est celle des HLM avec des fortes concentrations moyennes et maximales de l’année (**Figure 7**).

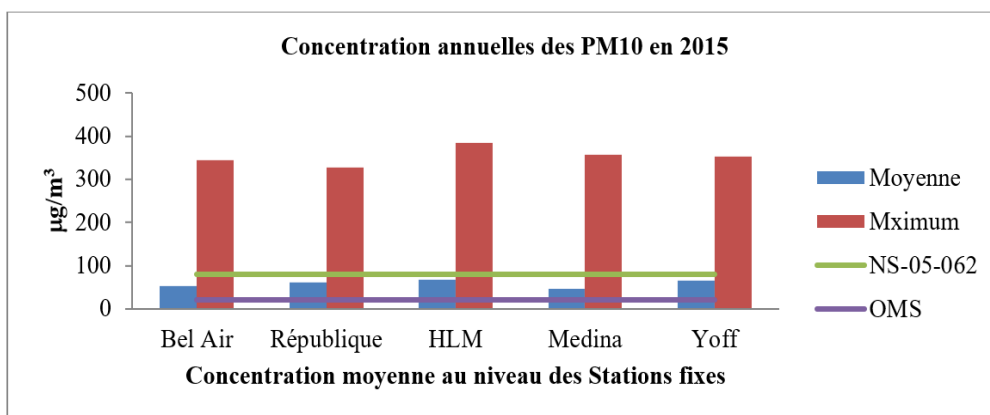


Figure 7 : Évolution de concentrations moyennes annuelles des PM₁₀ en 2015

La **Figure 8** ci-dessous, présente des pics de pollutions (la moyenne et le maximum annuel) de l’année 2016 à 2019 de la ville de Dakar. Celle-ci dépasse largement les limites fixées par l’OMS (50ug/m³) et la Norme Sénégalaise (80 ug/m³). L’année 2016 a été la plus marquée avec des fortes concentrations maximum avoisinant les 800ug/m³. Toutefois, ces pics élevés

d'émissions varient entre 500 et 700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les moyennes annuelles en cette période de campagne de 2016 à 2019, sont au-dessus des 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dans toute la ville de Dakar (**Figure 8**).

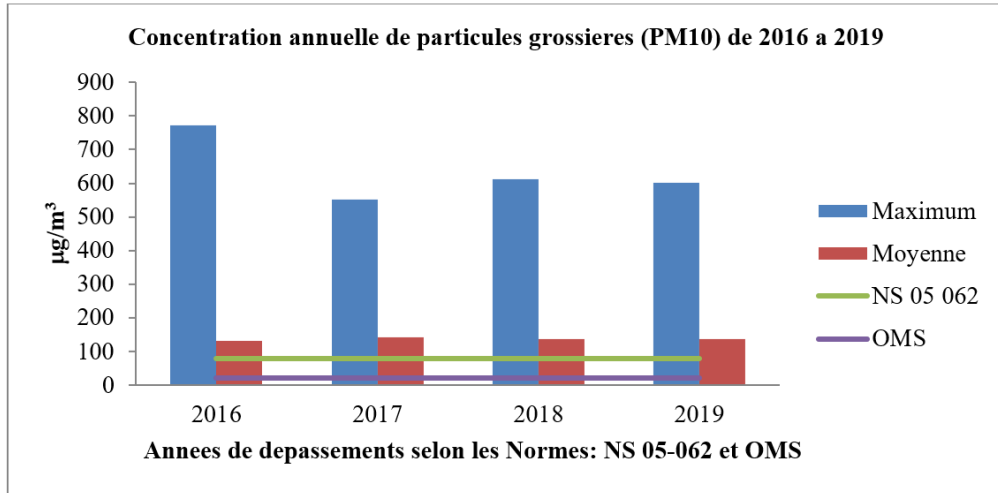


Figure 8 : Évolution de concentrations moyennes annuelles des PM_{10} de 2016 à 2019

➤ **A l'échelle mensuelle**

Les concentrations en particules PM_{10} sur l'agglomération de la ville de Dakar présentent un cycle saisonnier annuel (**Figure 9**).

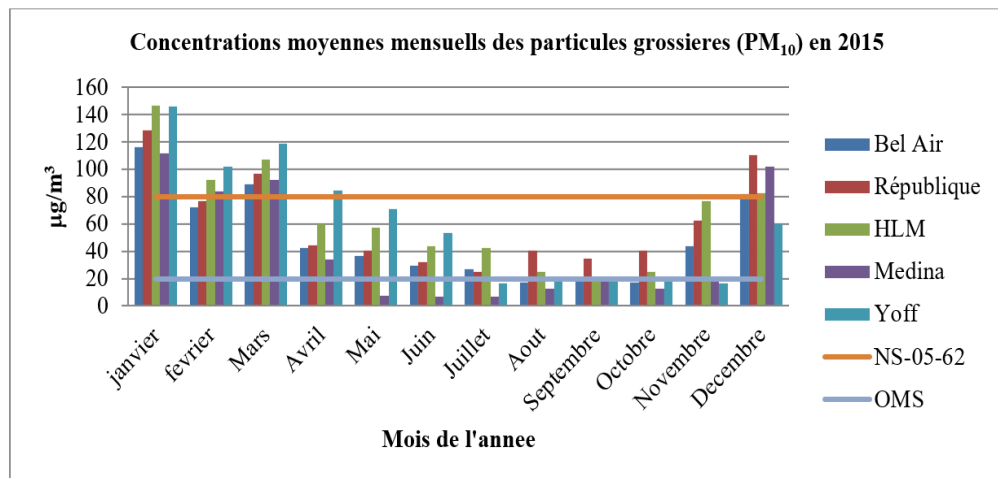


Figure 9 : Évolution de concentrations moyennes mensuelles des PM_{10} en 2015

Les concentrations les plus importantes sont observées pendant la période de Novembre à Juin. Cette période coïncide avec la saison sèche et fraîche,

tandis que la période de Juillet à Octobre, coïncide avec la saison des pluies ou l'hivernage. Elle est marquée par une baisse légère voire significative de ces concentrations. Cette même tendance a été observée pendant tous les mois des années 2016 à 2019 dans toute la ville. Plusieurs pics élevés de concentrations ont été signalés (*Figure 10*).

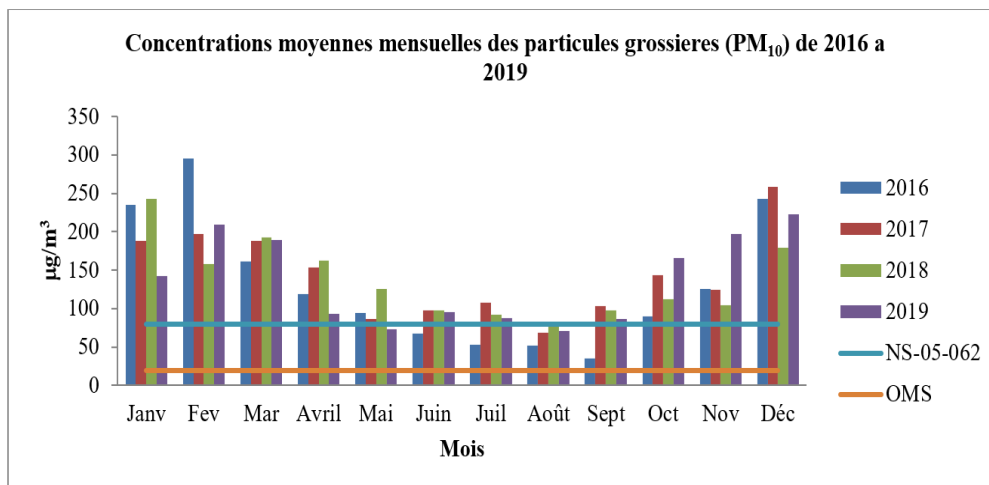


Figure 10 : Évolution de concentrations moyennes mensuelles des (PM_{10}) de 2016 à 2019 de la ville de Dakar

Globalement nos résultats montrent que :

- **De fortes concentrations moyennes en pollution aux particules (PM_{10})** ont été enregistrées pendant la saison sèche entre Octobre et Juin. Ces taux élevés de concentrations s'expliquent par la présence dans l'air ambiant des particules en suspension d'origine anthropique, couplée à des conditions climatiques favorables à l'accumulation et au développement de ces polluants dans l'atmosphère ;
- **D'Octobre à Juin durant la saison sèche, plus fraîche**, la région dakaroise est soumise à deux phénomènes : l'Alizé du Nord, frais et humide sur la côte, souffle à basse altitude vers l'équateur [13]. Ce vent doux et régulier, généré par la différence des pressions atmosphériques entre les zones tropicales, draine avec lui des brumes, des brouillards et des pics de poussières sur la région de Dakar. L'harmattan, vent d'Est (chaud et sec), originaire du Sahara (Novembre jusqu'en Mars), se caractérise par une grande amplitude thermique entre le jour et la nuit. Ce vent (Harmattan), habituellement du secteur Nord-Nord-est et Nord-Ouest, apporte sécheresse, chaleur et sable sur la région de Dakar [14].

- **De Juillet à Septembre (en saison des pluies)**, on constate une bonne période de la qualité de l'air au cours desquelles les concentrations décroissent jusqu'à atteindre les valeurs minimales au cœur de la saison des pluies ou hivernage (Août à Septembre) se situant ainsi au niveau les valeurs limites définies par la norme NS-05-062. Ainsi, pendant cette période, de l'hivernage, les tornades soufflent d'Est en Ouest. La mousson venant de l'océan (Sud-Ouest du Golf de Guinée), soufflant entre Avril et Octobre, apporte les pluies d'hivernage [15]. Ces pluies favorisent le lessivage des particules dans l'air ambiant et empêchent également la ré-suspension des polluants particulaires à partir de la surface du sol.

➤ **A l'échelle journalière**

Concernant les profils moyens journaliers, les niveaux de recommandation pour la Norme Sénégalaise [moyenne sur 24 h (fixée à $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$), à ne pas dépasser plus d'une fois par année] et les valeurs limites définies par l'OMS [moyenne sur 24 h (fixée à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), à ne pas dépasser plus de trois fois par jours] ont fait l'objet de plusieurs dépassements. Sur tous les sites, les concentrations maximales horaires ont été supérieures à $850 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et de nombreux épisodes de fortes pollutions sont observés. Des niveaux plus importants sont observés de nombreuses fois en milieu urbain, sur les sites urbains de fond des HLM (27/02/2015) et à proximité de trafic Médina (26/02/2015) avec respectivement 1000 et $930 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Tableau 4**).

Tableau 4 : Nombres de dépassement en fonction des normes

Stations de Mesures	Nombre de dépassements selon les Normes:		Concentrations maximums journaliers observées durant toute une année	Polluant étudié
	Journalière OMS, à ne pas dépasser plus de trois jours par an ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Journalière Sénégal NS-05 - 062 ($260 \mu\text{g}/\text{m}^3$)		
Bel Air (Industriel)	251 Jours	29 Jours	$896,78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 27-02-2015	PM ₁₀
Bd Rép (Trafic)	284 Jours	48 Jours	$849,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 27 - 02-2015	
Hlm (Urbain de fond)	245 Jours	47 Jours	$1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 27 -02-2015	
Médina (Trafic)	118 Jours	27 Jours	$930,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 26-02-2015	
Yoff (Urbain régional)	162 Jours	58 Jours	$918,43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 27-02-2015	

Les résultats du **Tableau 4** confirment une répartition relativement hétérogène de ce polluant de fonds. Cependant, de 2016 à 2019, nous avons observé une baisse significative de ces pics d'émissions. Toutefois, ces concentrations observées, sont largement supérieures aux normes fixées par

la réglementation Sénégalaise et l’OMS. Les années 2016 et 2017 ont présenté des fortes concentrations journalières avec des pics variant entre $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $775 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les niveaux les plus élevés ont été observés le 26 et le 27 janvier 2016, respectivement $655 \mu\text{g}/\text{m}^3$, aussi, le 25 et 26 février 2017 avec $771 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $763 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Figure 11**).

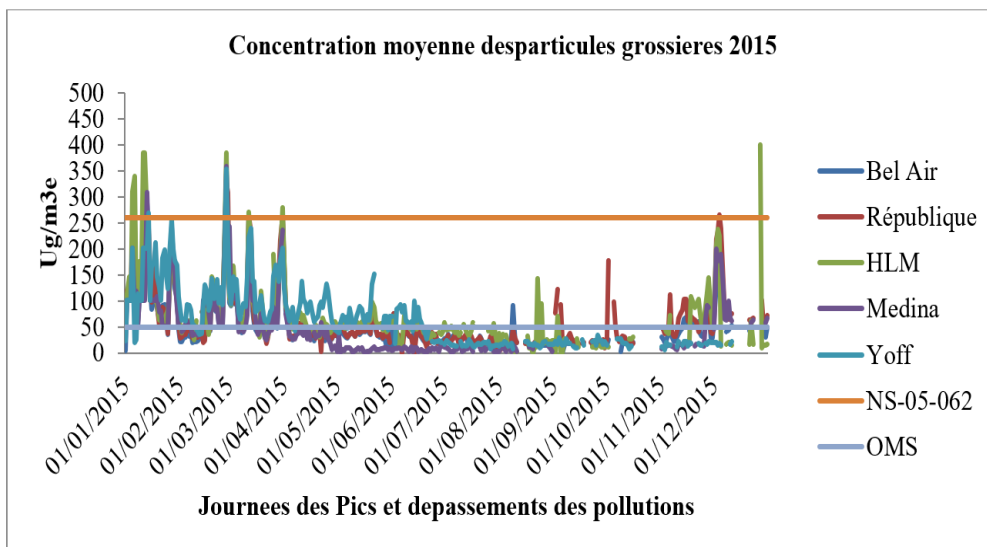


Figure 11 : Évolution de concentrations moyennes journalières des PM_{10} en 2015

Ces niveaux élevés de pics de pollutions aux particules PM_{10} correspondent aux jours les plus frais du mois de Février. La moyenne des minimas et les maximas des températures varient entre 20°C et 24°C . L’humidité est à 66 % et la visibilité de 2 km/h. Cette fraîcheur est certainement due aux invasions des anticyclones mobiles polaires (AMP) qui ont souvent un impact au mois de Février sur le climat car il fait toujours frais à Dakar. L’inversion de température est un phénomène naturel pour lequel on observe une augmentation de la température avec l’altitude. Ce phénomène entraîne une stabilité des vents ascendants et donc très peu de mouvements convectifs, entraînant ainsi le plaquage des polluants près du sol. Plus l’inversion est importante et plus l’accumulation des polluants est forte [16]. Cependant, au regard de l’évolution des courbes de la **Figure 12** ci-dessous, et par rapport à l’état climatique du Sénégal, nous observons l’impact réel de ces matières particulaires (MP) sur l’environnement. Ce résultat, renforce la conclusion des études réalisées sur les effets liés à des variations à court terme et long terme de la qualité de l’air [16]. Ces études indiquent pour la plupart que, ce sont les expositions les plus fréquentes correspondant à des niveaux modérés de pollution, qui sont responsables de l’essentiel de l’impact sanitaire.

C'est le cas d'une étude d'impact sanitaire menée dans l'ouest de la France par Declercq et al (2012) qui stipule qu'en évitant des niveaux supérieurs à l'objectif de qualité de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les particules n'est associé qu'à 5 % de l'impact total sur la mortalité, cet impact étant dû à 95 % aux teneurs respectant l'objectif de qualité [17].

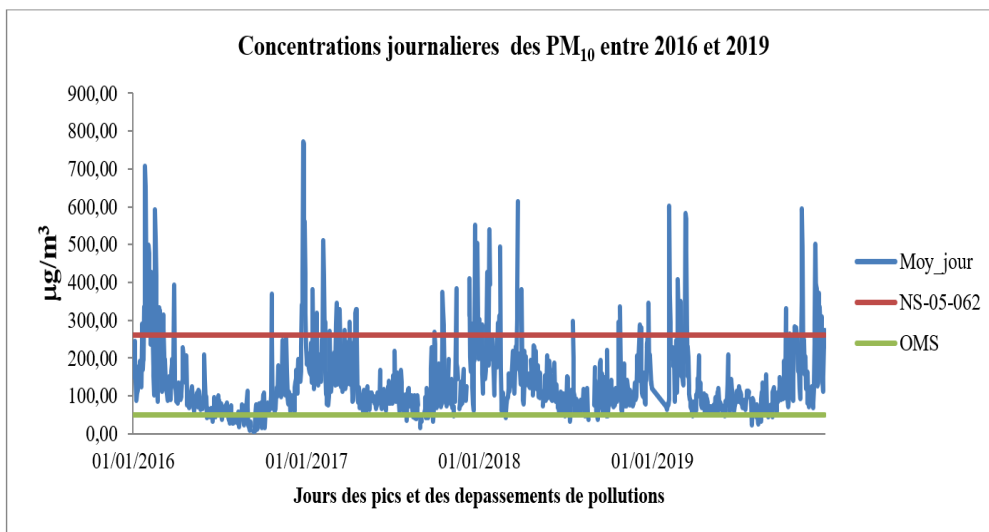


Figure 12 : Évolution moyenne journalière de concentrations des particules grossières (PM_{10}) de la période de 2016 à 2019 dans la ville de Dakar

Pour Declercq et al (2012), une gestion des risques qui ne viserait qu'à éviter les dépassements de seuils réglementaires n'aurait qu'un impact marginal en termes de bénéfices sur la santé publique [17]. Cette étude montre que, la réduction à un faible taux des niveaux de pollution atmosphérique aura un effet bénéfique sur la santé publique et invite à la mise en place de mesures préventives, dans les villes pour lutter contre la pollution aux particules.

III-3. Indice de la Qualité de l'Air (IQA) de la période d'étude

L'évolution de l'IQA semble être proche de la courbe des polluants particulaires (PM_{10}) (*Figure 13*).

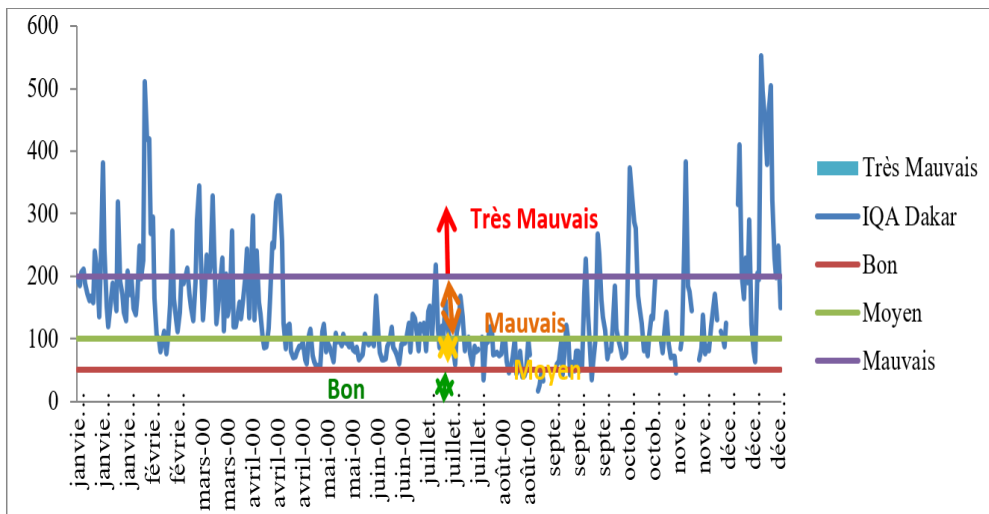


Figure 13 : Indice de la qualité de l'air à Dakar en de 2015 à 2019

La **Figure 13**, ci-dessus, met en évidence une saisonnalité du phénomène de pollution atmosphérique à Dakar. Dans l'ensemble, la région de Dakar est affectée au début de l'année notamment entre Janvier - Avril et vers la fin de l'année particulièrement au mois de Décembre. L'IQA de concentrations des PM₁₀ à Dakar est généralement moins bon. Celui-ci est jugé Très mauvais à 20 % et Mauvais à 39 % (**Figure 14**).

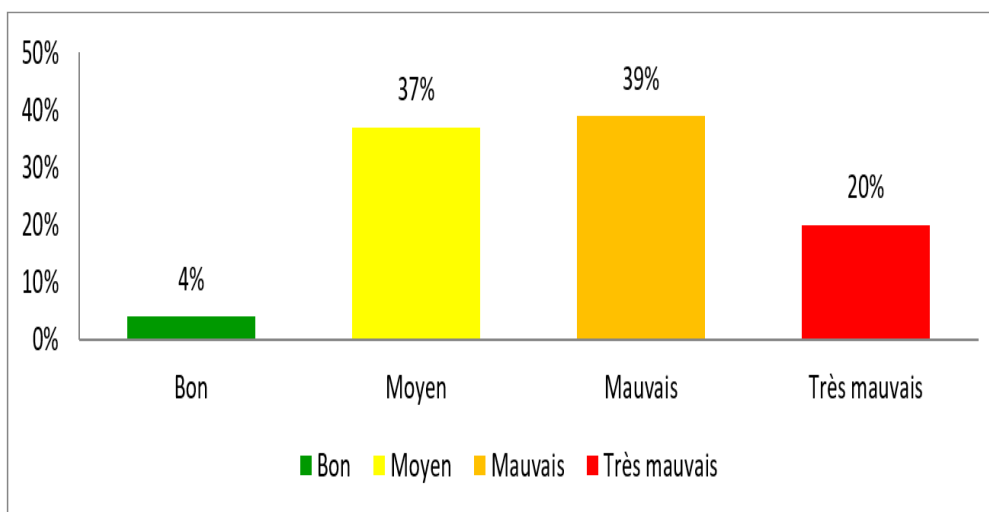


Figure 14 : Indice de la Qualité de l'Air (IQA) de la période de 2015 à 2019

IV - CONCLUSION

Les résultats montrent une présence plus significative de ces polluants durant la saison sèche. Le bilan des émissions des particules atmosphériques apparaissent, d'un point de vue global, cohérents avec la littérature malgré certaines lacunes et différences observées. En 2015, les concentrations moyennes mensuelles relevées évoluent entre 133,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 262,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les concentrations maximales varient de 327,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à 434,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Par ailleurs, de 2016 à 2019 la ville a enregistré des fortes pics de concentrations journalières variant entre 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 775 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. L'évolution de l'IQA met en évidence une saisonnalité du phénomène de pollution particulaire à Dakar. Ceci est probablement dû aux rejets anthropiques couplés à des conditions météorologiques (passage de brumes de sable) durant la période d'étude. L'IQA de concentrations des PM_{10} à Dakar est généralement moins bon. Celui-ci est jugé Très mauvais à 20 % et Mauvais à 39 %. Dans l'ensemble, la région de Dakar se caractérise par une variabilité saisonnière de la pollution atmosphérique d'origine particulaire. Cette pollution à particules grossières (PM_{10}) s'explique davantage par les conditions météorologiques, principalement liées aux passages de brumes de sable (en provenance du Sahara), combinées aux rejets anthropiques (activité humaine).

RÉFÉRENCES

- [1] - O. FAVEZ, J-F. PETIT, B. BESSAGNET, F. MELEUX et I. CHIAPPINI, « *Caractéristiques et origines principales des épisodes de pollution hivernaux aux PM_{10} en France* ». *Le Kremlin Bicêtre : Revue Pollution Atmosphérique*, 11 (2012) 63 - 181
- [2] - F. ALOUI, G. MAGNE, J. DEVOUASSOUX, P. DEVERCHERE, A. RITTER et Y. BENTAHER, « *Effets des particules fines sur les cellules épithéliales bronchiques* » : *Revue des Maladies Respiratoires*, 33 (9) (2016) 767 - 774
- [3] - OMS, « *Les niveaux de pollution atmosphérique en hausse dans un grand nombre de villes parmi les plus pauvres au monde* », Communiqué de presse de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), Genève – Suisse, (2018) 4 p.
- [4] - J. PHILIP and LANDRIGAN, « *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), (2018)
- [5] - A. MBOW-DIOKHANE, G. JENKINS, N. MANGA, M. DRAME and B. MBODJ, « *Linkages between observed, modeled Saharan dust loading and meningitis in Senegal during 2012 and 2013* » : *Int J Biometeorol*, (2015) 9 p.
- [6] - ANSD, « *La population du Sénégal en 2018. Agence nationale de la statistique et de la démographie* », Sénégal, (2019) 22 p.

- [7] - A. B. NDONG, « Pollution de l'air extérieur et intérieur à Dakar (Sénégal) : caractérisation de la pollution, impact toxicologique et évaluation épidémiologique des effets sanitaires ». Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, (2019) 196 p.
- [8] - F. MATRHE et S. CRUNAIRE, Mesure des particules en suspension par absorption de rayonnement bêta, (2014) 45 p.
- [9] - ASN, « Pollution atmosphérique – Norme de rejets », Association Sénégalaise de Normalisation, octobre (2003) 22 p.
- [10] - V. HAUGUEL, « La rose des vents et ses applications en Europe », Ed. d'été, 138 (2012) 23 - 26
- [11] - C. BHUGWANT et B. SIEJA, « Bilan de la qualité de l'Air sur la commune de Sainte-Suzanne- Période de surveillance : 2004 à 2014 à l'île de la Réunion », Rapport de l'Observatoire Réunionnais de l'Air (ORA), (2015) 16 p.
- [12] - O. FAVEZ et C. BHUGWANT, « Evaluation de la contribution des embruns marins aux dépassements des valeurs limites fixées pour les PM10 à Saint-Pierre de La Réunion », Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air-INERIS. Rapport de la Métrologie des particules PM10 et PM2.5, (2012) 20 p.
- [13] - H. AIT-BOUH, F. BENYAICH et M. BOUNAKHLA, « Variations Saisonnières des particules atmosphériques et ses composants chimiques dans la Ville de Meknès- Maroc », *Journal Mater. Environ. Sci.*, 4 (1) (2013) 49 - 62
- [14] - P. BOUGEAULT, « Rapport d'étude caractérisation des particules fines sur le territoire de la CAPA », METEO-France, (2015) 66 p.
- [15] - T. DOUMBIA, « Caractérisation physico-chimique de la pollution atmosphérique urbaine en Afrique de l'Ouest et étude d'impact sur la santé ». Thèse de doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse III, (2012) 243 p.
- [16] - A. AUBY, « Modélisation à haute résolution du transport de polluants à longue distance ». Thèse de Doctorat, Université Paris VI - Pierre et Marie Curie. Île de France, (2012) 164 p.
- [17] - C. DECLERCQ, M. PASCAL, O. CHANE, M. CORSO, A. UNG, L. PASCAL, M. BLANCHARD, S. LARRIEU et S. MEDINA, « Impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans neuf villes françaises. Institut de Veille Sanitaire (InVS) », Rapport : Résultats du projet Aphekom, (2012) 36 p.
- [18] - G. BELTRANDO, « Pollution de l'air aux particules en suspension dans l'air (PM) et santé des individus : un domaine de recherche pluridisciplinaire en développement pour les géographes », Bulletin de la Société Géographique de Liège (BSGLg), 1 (62) (2014) 93 - 100
- [19] - A. WAKED, « Caractérisation des aérosols organiques à Beyrouth, Liban ». Thèse de Doctorat, Université Paris Est, (2012) 188 p.