

ÉVALUATION DES RISQUES DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE (CO, NO_x, SO₂, O₃, PM₁₀ et PM_{2,5}) DE LA VILLE DE DAKAR-SENEGAL

Aminou Backo SALAO^{1*}, Cheikh DIOP², Fariborz LIVARDJANI³
et Aminata Mbow DJOKHANE⁴

¹ *Ecole Doctorale Science de la Vie et de la Santé et de l'Environnement /
Université Cheikh Anta Diop (ED-SEV/UCAD)/ Laboratoire d'Etudes
Environnementales des Milieux Urbains et Ruraux (LEEMUR)/ Centre de
Gestion de la Qualité de l'Air (CGQA) de Dakar, Institut des Sciences de
l'Environnement (ISE), Faculté des Sciences et Technique (FST)*

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

³ *Université de Strasbourg / Enseignant à l'Université de Strasbourg, BP
70214 67005 Strasbourg Cedex*

⁴ *Centre de Gestion de la Qualité de l'Air (CGQA) de Dakar*

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

RÉSUMÉ

Aujourd'hui au monde, l'exposition à la pollution atmosphérique augmente à une vitesse alarmante à telle point qu'elle est devenue une menace principale pour l'environnement. En Afrique, notamment en Afrique subsaharien, rares sont les Etats et les villes qui s'intéressent à ce sujet. Ainsi, cette présente étude a pour objectif d'évaluer les niveaux des concentrations des polluants atmosphériques tels que : (CO, NO_x, SO₂, O₃, PM₁₀ et PM_{2,5}) pouvant avoir des impacts sur la santé et l'environnement dans la ville de Dakar. Cinq sites répartis à travers la ville ont fait l'objet de mesures, à différentes périodes de l'année, moyennant des stations de mesures fixes munies des analyseurs automatiques permettant de mesurer la concentration des différents polluants 24h/24. Ces campagnes de mesures continues, réalisées entre le 1er Janvier à Aout 2013, ont permis d'estimer une concentration moyenne sur chacun de ces sites. Les résultats obtenus ont montré qu'il existe une grande variabilité saisonnière au niveau des concentrations de certains polluants étudiés comme les particules en suspensions (PM₁₀ et PM_{2,5}). Quatre épisodes de forte pollution en PM₁₀ ont été enregistrés : à Hlm (Urbain de fond : 860,28 µg /m³),

à Medina (Trafic : 833,04 $\mu\text{g} / \text{m}^3$), à Bel Air (Urbain industriel : 831,63 $\mu\text{g} / \text{m}^3$) et enfin 806,37 $\mu\text{g} / \text{m}^3$, au Boulevard de la République (Trafic). Ces concentrations élevées de particules peut soulever de réelle inquiétude quant à ses impacts sur l'environnement et la santé.

Mots-clés : *pollution atmosphérique, Evaluer, impact, particule atmosphérique.*

ABSTRACT

Risk assessment of atmospheric pollution (CO, NO_x, SO₂, O₃, PM₁₀ and PM_{2.5}) of the city of Dakar-Senegal

Today in the world, exposure to air pollution is increasing at an alarming rate to the point where it has become a major threat to the environment. In Africa, especially in sub-Saharan Africa, few states and cities are interested in this subject. Thus, this study aims to evaluate the levels of atmospheric pollutant concentrations such as CO, NO_x, SO₂, O₃, PM₁₀, and PM_{2.5} that may have impacts on health and the environment in the city of Dakar. Five sites distributed throughout the city were investigated over a year. Each station was equipped with automatic analyzers to measure the concentration of different pollutants 24 hours a day. These ongoing measurement campaigns, carried out between January 1st and August 2013, made it possible to estimate an average concentration on each of these sites. The results obtained showed a seasonal variability in some pollutant concentrations such as suspended particles (PM₁₀ and PM_{2.5}). Four episodes of high PM₁₀ pollution were recorded : at HLM (*Urbain de fond* : 860.28 $\mu\text{g} / \text{m}^3$), Medina (*Traffic* : 833.04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), and Bel Air (*Urbain industriel* : 831.63 $\mu\text{g} / \text{m}^3$) and finally 806.37 $\mu\text{g} / \text{m}^3$ at the "Boulevard de la République" (*Traffic*). These high particle concentrations can raise real concerns about their environmental and health impacts.

Keywords : *pollutants, atmospheric pollution, impact, atmospheric particle.*

I - INTRODUCTION

La pollution de l'air est une problématique complexe, de par la grande diversité des sources et de la nature des polluants émis, et aussi la multiplicité des lieux d'exposition (air extérieur, air intérieur, expositions professionnelles, etc.) [1]. Elle est liée à de nombreuses interactions entre des facteurs météorologiques et divers aéro-contaminants. Ces derniers peuvent être de nature physique, chimique ou biologique et sont responsables d'effets toxiques, allergiques ou

infectants [2]. La pollution atmosphérique peut également engendrer des problématiques environnementales comme le smog, la dégradation de la couche d'ozone, les pluies acides, et l'effet de serre [3]. Dans de nombreuses régions du monde, l'exposition à la pollution atmosphérique augmente à une vitesse alarmante, à tel point qu'elle est devenue la principale menace environnementale pour les citoyens [4, 5]. En France, la pollution serait responsable de 42 000 morts prématurées par an [6]. Globalement, d'après une évaluation faite, dans 53 pays européens, par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et l'Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE), en 2012, allant de l'Islande au Kazakhstan, la pollution de l'air extérieur et intérieur a causé près de 600 000 décès : soit 482 000 pour la pollution extérieure et 117 200 pour la pollution intérieure [7, 8]. Par ailleurs, dans les grandes agglomérations chinoises, il a fait état de 750 000 décès prématurés en 2007 [9]. En 2008, 1.5 % des Gaz à Effet de Serre (GES) du globe provenaient de Mexico et on estime à 4 000 le nombre de décès dus à cette pollution urbaine [10]. L'accroissement, des activités industrielles et démographiques sont à l'origine des émissions polluantes toxiques qui génèrent des pressions importantes sur l'intégrité des écosystèmes [11]. Or, en Afrique, plus particulièrement en Afrique sub-saharienne, on assiste à une explosion démographique sans précédent depuis plus de deux décennies dans les grandes métropoles sont connues pour être des épices industriels, où se concentrent des infrastructures, industrielles, de transports [4, 12]. Ces métropoles sont ainsi de plus en plus polluées à cause des rejets anthropiques (industries, transport, chauffage domestique) couplés à des conditions météorologiques stables (favorisant l'accumulation de polluants) [13, 14]. D'après une étude réalisée par la Direction de l'Environnement et des établissements Classés en 1998 au Sénégal, 32 % des gaz nocifs émis dans la région de Dakar proviendraient du secteur de transports et 44 % émaneraient du secteur industriel [15]. Toutefois la quantité de données disponibles sur la qualité de l'air reste parcellaire et ne permet pas de mettre en place des politiques cohérentes de lutte contre la pollution atmosphérique. La présente étude a pour objectif d'évaluer à Dakar le niveau de concentrations dans l'air ambiant des polluants atmosphériques tels que : le dioxyde d'azote (NO_2), l'ozone (O_3), le dioxyde de soufre (SO_2), les particules atmosphériques (PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$), le monoxyde de carbone (CO) pouvant engendrer des impacts sur l'environnement et la santé.

II - MATÉRIELS ET MÉTHODE

II-1. Zone d'étude

L'étude a été réalisée dans la région de Dakar située dans la presqu'île de Cap Vert et couvre une superficie de 550 km², soit 0,28 % du territoire du Sénégal

(**Figure 1**). La population de la région de Dakar est estimée à 3 137 196,0 habitants en 2013, soit près du quart (21 %) de la population totale du pays, estimée à 13 508 715 habitants [16]. Dakar est caractérisé par de profondes disparités marquées par le poids démographique et économique [17]. La région de Dakar constitue le centre d'échange économique entre les différentes villes voisines et concentre 80 % des activités économiques du pays [11, 18]. 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. Sa direction principale varie du Nord-Nord-ouest au Nord-Nord-est. La pluviométrie est caractérisée par une durée relativement courte de l'hivernage, variant entre trois et quatre mois de Juin à Octobre avec des températures avoisinant 27 °C et un pic de précipitations en Août (250 mm) [19].

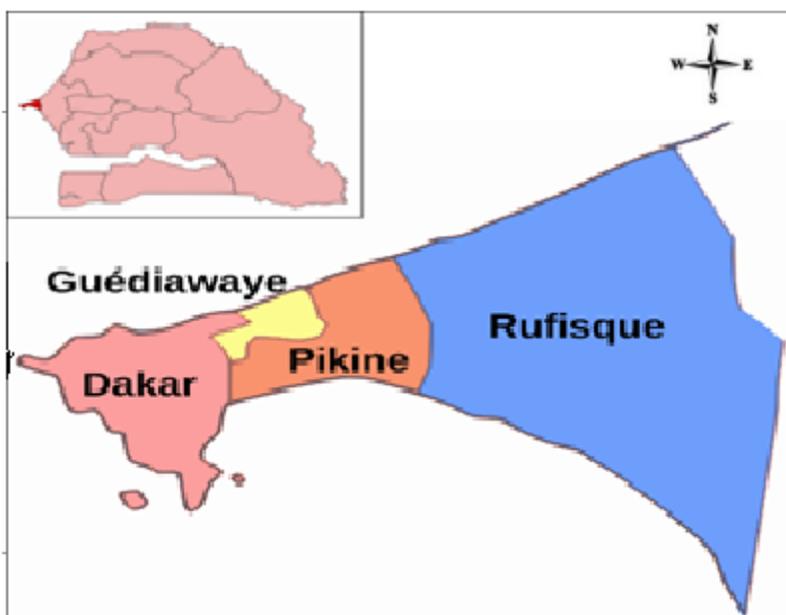


Figure 1 : Situation de la région de Dakar au Sénégal

II-2. Période de mesure et sites de prélèvement

L'étude s'est déroulée entre le 1^{er} Janvier 2013 et le 31 Août 2013 et est répartie en trois campagnes de mesures continues soit deux campagnes de trois mois chacune (pendant la saison sèche : du 1^{er} Janvier au 31 Juin) et une campagne de deux mois (pendant la saison des pluies : du 1^{er} juillet au 31 août 2013). Les mesures ont été réalisées à l'aide des dispositifs du Centre de Gestion de la Qualité de l'Air (CGQA) à Dakar (**Photos 1, 2, 3**) qui compte cinq stations de mesure fixes à travers la ville.



Photo 1, 2, 3 : Différents types d'analyseurs de mesures et appareils de prélèvement

Les caractéristiques de ses stations sont mentionnées sur le **Tableau 1** et leur localisation à travers la ville est matérialisée sur la **Figure 2**.

Tableau 1 : Description des sites de mesure de la qualité de l'air du CGQA

Ville	Stations	Types	Date de mise en Service	Coordonnées		NO ₂	CO	O ₃	SO ₂	PM _{2,5}	PM ₁₀
				Latitude	Longitude						
DAKAR	Medina	Trafic	2009	14°41'14" N	17°26'54" W	x	x				x
	Bel air	Urbain Industriel	2009	14°40'50" N	17°25'58" W	x			x	x	x
	Yoff	Urbain Régional	2009	14°44'51" N	17°27'35" W	x		x			x
	Hlm	Urbain de fond	2009	14°42'37" N	17°26'54" W	x		x	x		x
	Cathédrale	Trafic	2009	14°40'14" N	17°26'11" W	x	x	x	x	x	x

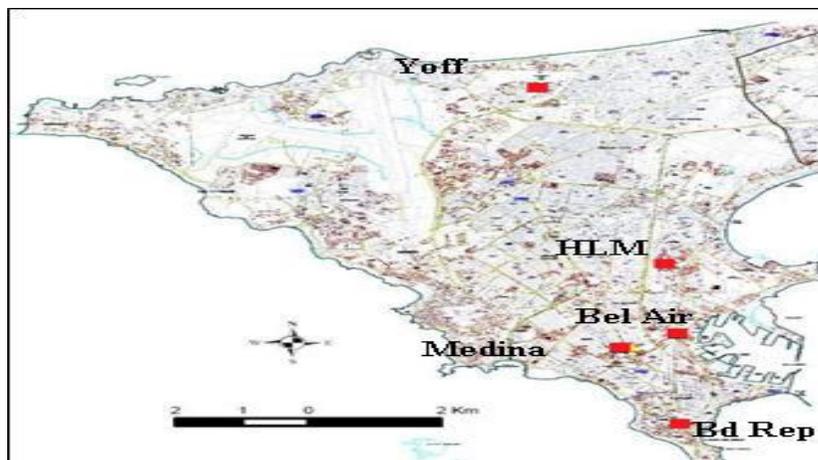


Figure 2 : Sites de mesures de la qualité de l'air du CGQA dans la ville de Dakar

Les cinq stations de surveillance du CGQA effectuent des mesures en continu sur les polluants suivants : dioxyde de soufre (SO_2), oxydes d'azote (NO_x), monoxyde de carbone (CO), particules aérodynamiques inférieures ou égal à $10 \mu\text{m}$ et $2,5 \mu\text{m}$ (PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$), et ozone (O_3). Ces paramètres sont mesurés en continu à l'aide des analyseurs automatiques 24 h / 24. L'air ambiant est prélevé par une pompe puis transmis à l'analyseur par un tuyau en téflon. Ainsi, la concentration de chaque polluant dans l'air est mesurée selon une technique physico-chimique qui lui est spécifique (**Tableau 2**) [19].

Tableau 2 : Méthodes normalisées de mesures des polluants atmosphériques étudiés

Composant	Méthodes de mesure	Référence aux procédures normalisées
NO , NO_x , NO_2	Chimiluminescence	CEN/EN 142111
SO_2	Fluorescence Ultraviolette	CEN/EN 142112
CO	Spectroscopie Infrarouge	CEN/EN 14626
O_3	Photométrie Ultraviolette	CEN/EN 14625
PM_{10}	Jauge radiométrique atténuation bêta	CEN/EN12341

Cependant, il faut noter que la qualité de l'air est appréciée à travers un indice global appelé Indice de la Qualité de l'Air (IQA). Celui-ci est calculé quotidiennement pour évaluer le niveau de la qualité de l'air à Dakar, à partir des concentrations des polluants et des valeurs limites définies par la norme sénégalaise NS-05-062 [20]. Il correspond au maximum des indices partiels calculés pour chaque polluant et pour chaque station.

- Pour CO, NO₂, SO₂, PM₁₀ et O₃ : $IQA = \frac{\text{Concentration du polluant}}{\text{Valeur limite}} \times 100$
- Pour chaque station : $IQA_{\text{station}} = \text{Maximum} (IQA_{\text{polluant}})$
- Pour la ville de Dakar : $IQA_{\text{Dakar}} = \text{Maximum} (IQA_{\text{station}})$

III - RÉSULTATS

III-1. Données de la qualité de l'air

➤ Les dioxydes d'azote (NO₂)

Les dioxydes d'azote sont mesurés sur toutes les stations de la ville de Dakar et font l'objet d'une surveillance continue. À la différence de la station du Boulevard de la République, les concentrations en dioxyde d'azote, relevées sur les autres sites sont assez faibles lors des deux premières campagnes (*Figure 3*).

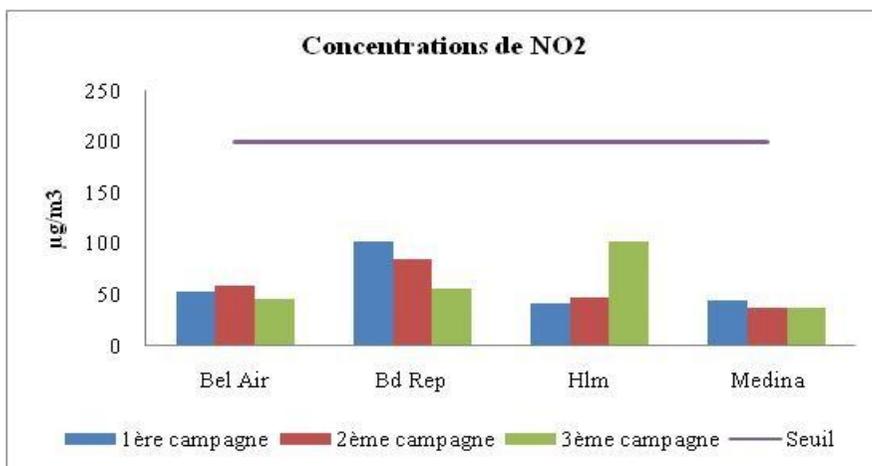


Figure 3 : Évolution des concentrations moyennes de NO₂

Par contre, le site de Hlm, a enregistré la plus forte concentration en NO₂ pendant la troisième campagne. Toutefois aucun dépassement de la norme NS-05-062 fixée à 120 µg/m³ n'a été noté [20], ni de celle de l'OMS (40 µg/m³ moyenne annuelle et 200 µg/m³ moyenne horaire) [21].

➤ Le monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone est mesuré en continu sur les deux stations de trafic routier : en zone urbaine et en banlieue, respectivement la station du Boulevard de la République et celle de la Medina. En raison du faible pourcentage des données valides, enregistrées et des problèmes techniques survenus lors de

cette campagne sur le site de Medina, cette station n'a pas été prise en compte dans les calculs. Durant les trois campagnes de mesures, les concentrations moyennes maximales observées sur 8 heures, obtenues sur la station du Boulevard de la République, ont été largement inférieures à la valeur limite, définie par la norme NS-05-062 fixée à $30\,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ [20]. Le maximum est obtenu lors de la deuxième campagne avec $7,86\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Tableau 3**).

Tableau 3 : Concentrations moyennes de monoxyde de carbone (CO)

	1 ^{ère} campagne de mesure (1 ^{er} /01- 30/03 2013)	2 ^{ème} campagne de mesure (1 ^{er} /04- 31/06 2013)	3 ^{ème} campagne de mesure (1 ^{er} /07- 31/09 2013)
Concentrations maximales horaires	$6,01\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (21-01-2013 à 08 :00)	$7,86\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (14-05-2013 à 08 :00)	$7,04\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (20-07-2013 à 00 : 00)
Concentrations moyennes	$1,72\ \mu\text{g}/\text{m}^3$	$2,15\ \mu\text{g}/\text{m}^3$	$2,08\ \mu\text{g}/\text{m}^3$
Station de mesure ou le maximum est observé	Boulevard de la république	Boulevard de la république	Boulevard de la république

➤ *L'ozone (O_3)*

L'Ozone est mesuré en continu sur trois stations de la ville de Dakar : Boulevard de la République (trafic), Hlm (urbaine de fond) et Yoff (urbaine régionale). L'évolution moyenne des concentrations en Ozone durant toute la campagne ne montre aucun dépassement. On note cependant des épisodes de fortes concentrations dépassant les $45\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ enregistrées sur le site de Yoff avec un maximum de $61,7\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, lors de la deuxième campagne (**Figure 4**).

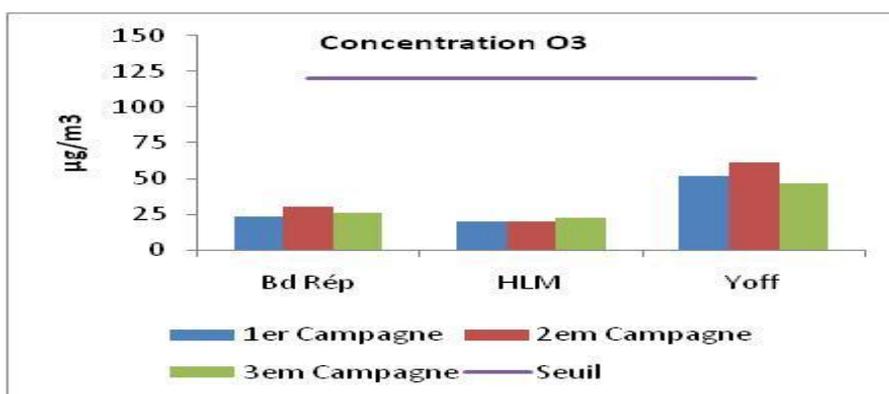


Figure 4 : Évolution de concentrations moyennes ozone (O_3)

Aucun dépassement de la norme fixée par l'OMS (entre 150 et $200\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire), ni de la norme sénégalaise n'a été noté. La norme de l'OMS

fixée à $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 8 heures et celle définie par la Norme NS-05-062 fixée à $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n'ont pas aussi été dépassées [20, 21].

➤ *Le dioxyde de soufre (SO_2)*

A Dakar, le dioxyde de soufre est mesuré en continu dans les stations de mesures que sont le Boulevard de la République (trafic), Bel Air (urbaine industrielle) et Hlm (urbaine de fond). La valeur limite fixée par la norme sénégalaise est de $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une durée d'exposition de 24h [20, 21]. Pendant les trois campagnes de mesures, les concentrations moyennes journalières et les concentrations maximales horaires sur les sites de mesures de la ville sont très faibles (**Tableau 4**). La concentration moyenne la plus élevée ainsi que le pic de concentration maximum horaire, respectivement $18,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ont été observés lors de la première campagne sur le site du Boulevard de la République. Toutefois ces concentrations sont en deçà du seuil fixé à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par l'OMS pour une concentration annuelle et de la valeur limite journalière pour la protection de la santé humaine fixée à $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par l'OMS et la norme sénégalaise [20, 21].

Tableau 4 : Concentrations moyennes de SO_2

Sites de mesures	Périodes d'études	Concentrations moyennes	maximums journaliers
Bd de la Rép	1 ^{er} Janvier- 30 Mars	$18,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$69,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Bel Air	2013	$17,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$39,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Bd de la Rép	1 ^{er} Avril - 31 Juin	$14,94 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$65,74 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Bel Air	2013	$6,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$32,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Bd de la Rép	1 ^{er} Juillet – 30 Aout	$7,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$42,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Bel Air	2013	$3,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$27,65 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Bd de la Rép = Boulevard de la République

Bien que les limites n'aient pas été dépassées, on note une influence du trafic sur le site car durant toute la période de campagne, la station de Boulevard de la République située au centre-ville a présenté des forts pics de concentrations contrairement à la station de Bel Air qui est en zone industrielle (**Figure 7**).

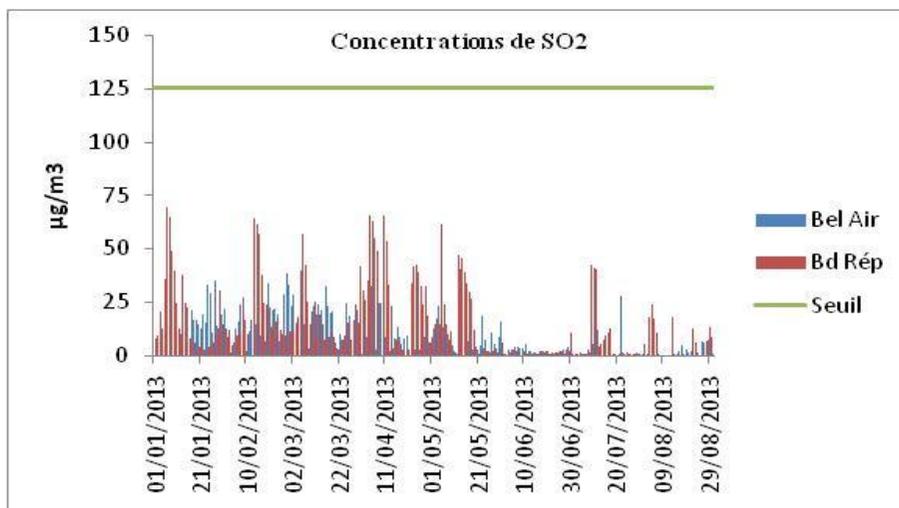


Figure 5 : Évolution de concentrations moyennes de SO₂

- Particules en suspension (PM₁₀ et PM_{2,5})
- Les PM₁₀

Pour les PM₁₀, la valeur limite journalière fixée par la Norme NS 05-062 (260 µg/m³ en moyenne sur 24 heures) [20] a connu 130 jours de dépassements sur l'ensemble des sites (**Figure 7**).

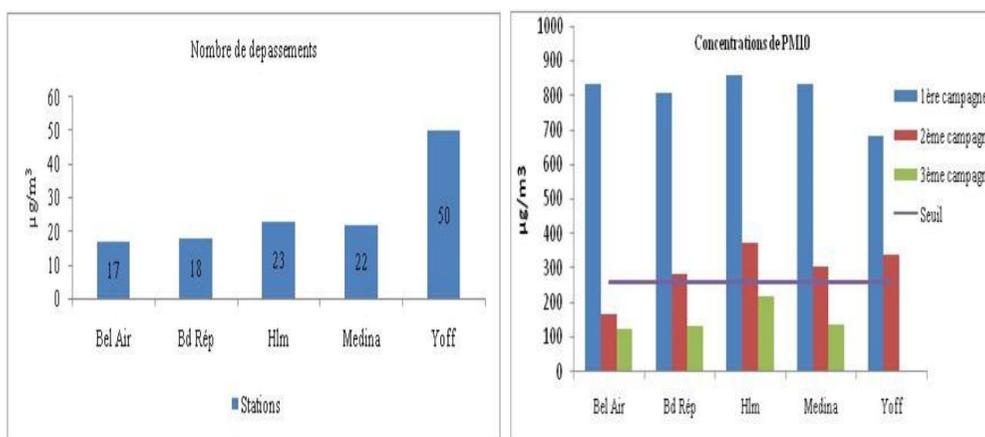


Figure 6 : Évolution des concentrations moyenne de PM₁₀ et le niveau des dépassements en 2013

La ville a été suffisamment influencée pendant la première campagne de mesure par des particules en suspension venant du Nord du Sénégal (Sahara) et par des rejets anthropiques au niveau de la ville. Sur tous les sites les concentrations maximales horaires ont été supérieures à 650 µg/m³. Quatre épisodes

de forte pollution ont été observés, aux Hlm (urbaine de fond : $860,28 \mu\text{g}/\text{m}^3$), à Medina (trafic : $833,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$), à Bel Air (urbain industriel : $831,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et enfin $806,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$, au Boulevard de la République (Trafic). Lors de la seconde campagne, malgré une baisse significative des concentrations enregistrées sur l'ensemble des sites, seule la station urbaine industrielle (Bel Air) a présenté une concentration inférieure à la limite fixée par la norme NS-05-062 [20]. Les autres stations : Hlm, Yoff et Medina ont présenté chacune un fort pic de pollution, avec des concentrations très proches dépassant $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivement : $372 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $341 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $303 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pendant la troisième campagne de mesure, nous avons observé une baisse significative du niveau des concentrations de ces polluants particuliers. Cette baisse coïncide avec l'apparition de la saison des pluies ou hivernage. Sur chaque site les concentrations en PM_{10} , sont en-deçà de la valeur réglementaire. Ces indices s'expliquent par la forte pluviométrie durant cette période où la ville a subi un lessivage.

➤ Les $\text{PM}_{2,5}$

Les $\text{PM}_{2,5}$ sont mesurées sur deux sites de la ville, urbain industriel (Bel Air) et trafic routier (Boulevard de la République). Cependant, les niveaux de pollution en $\text{PM}_{2,5}$ semblent obéir aux mêmes variations mensuelles que les PM_{10} (sauf pour janvier et février). Les concentrations ont été importantes au cours de deux premiers trimestres sur les deux sites. La valeur fixée par l'OMS [21] ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne journalière pour la protection de la santé) a été dépassée de 232 fois, avec des concentrations moyennes de $48,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la 1^{ère} campagne et $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la 2^{ème} campagne à Bel Air. Au Boulevard de la République, les concentrations moyennes ont été de $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la 1^{ère} campagne et $24,69 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la 2^{ème} campagne. Deux épisodes identiques de fortes pollutions ont été observés avec $206 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur le site urbain industriel (Bel Air) et $205,38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur celui du trafic (Boulevard de la République). Par contre, en dernière campagne, compte tenu de la saison pluvieuse, les deux stations ont connu une baisse des concentrations qui toutefois demeurent importantes par rapport à la norme fixée par l'OMS (*Figure 7*) [21].

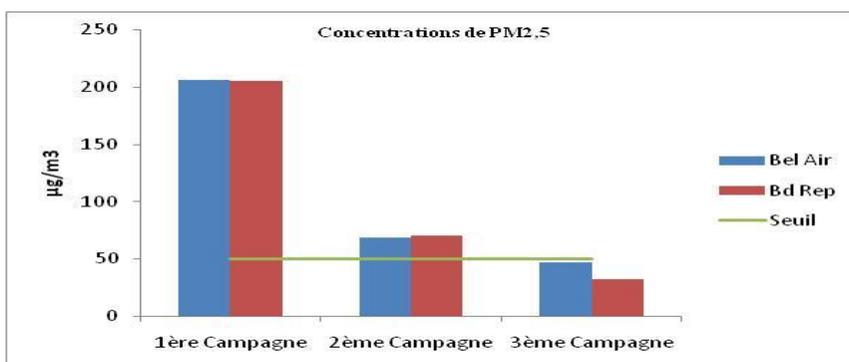


Figure 7 : Évolution des concentrations moyennes des $\text{PM}_{2,5}$

➤ *Indice de la Qualité de l'Air (IQA)*

Malgré plusieurs dépassements des concentrations de particules en suspension pendant la période d'étude, la qualité de l'air a été jugée satisfaisante dans l'ensemble (*Tableau 5*).

Tableau 5 : Indice de Qualité de l'Air du 1er Janvier au 31 Août 2013

Valeur de l'IQA	Stations	Appréciations en nombre de jours				
		Bel Air	Bd. Rép.	Hlm	Médina	Yoff
0 - 50	Bon	166	169	90	112	63
51 - 100	Moyen	32	47	93	73	40
101 - 200	Mauvais	12	13	21	21	45
> 200	Très mauvais	3	3	2	3	10

Sur l'ensemble des polluants étudiés, seules les particules en suspensions ont dépassé les seuils réglementaires. Globalement, l'évolution de l'IQA, nous donne en moyenne une bonne qualité de l'air pour 59 % pendant la période d'étude (1^{er} Janvier à Aout 2013). Elle a été moyenne pour 28 %, mauvaise pour 11 % et très mauvaise pour 2 % (*Figure 8*).

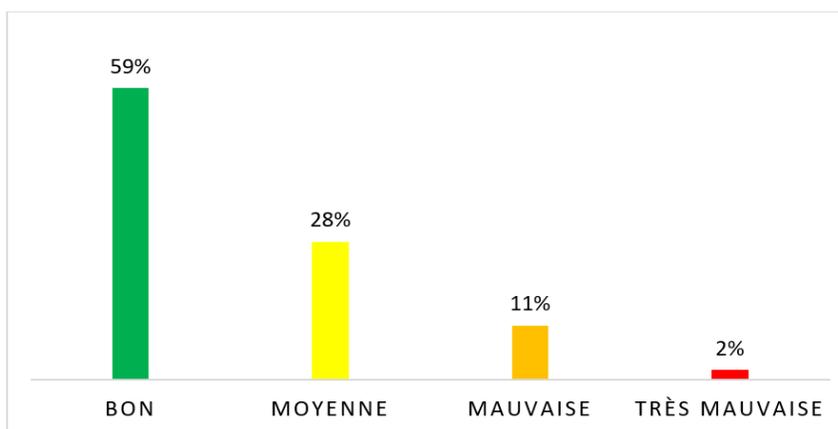


Figure 8 : Etat de la qualité de l'air à Dakar entre Janvier et Aout 2013

IV - DISCUSSION

Les teneurs atmosphériques en particules en suspension sont soumises à une forte saisonnalité avec des niveaux plus élevés en saison sèche (1^{ère} et 2^{ème} campagne) qu'en saison des pluies ou hivernage (3^{ème} campagne). L'évolution de l'IQA montre une qualité de l'air moyenne à mauvaise pendant la saison

sèche (Janvier- Juin) et une bonne qualité de l'air au cœur de la saison des pluies (Juillet -Août). Ce phénomène s'explique par l'augmentation des émissions de particules dans l'air et les rejets anthropiques (industries, transport, chauffage domestique, etc.), couplés à des conditions météorologiques stables favorisant l'accumulation de ces polluant dans l'air ambiant [22]. En effet, pendant cette période de l'année, la température varie entre 17° et 25°C de Décembre à Avril. En outre la ville subit l'influence des anticyclones polaires mobiles (APM) qui impactent le souvent Climat au mois de février ou il fait toujours frais. Cette humidité rend la masse d'air ainsi lourde. Celle-ci combinée à la fraîcheur et au vent faible (Harmattan et Alizé continental), stagne au-dessus de la ville ne favorisant pas ainsi sa dispersion ; d'où la présence de cet « air chargé » pendant le mois du février [23]. L'un des éléments importants apportés par cette étude est que la campagne de mesure n'est représentative que de la période étudiée et ne prend en compte qu'un nombre restreint de polluants. Même si les mesures de ces stations de la qualité de l'air sont fiables et précises, elles comportent quelques limites liés à des facteurs tels que:

- *la disponibilité des sites de mesures* : les données ne se limitent qu'aux zones où se trouvaient les stations des mesures et donc ne couvrent pas totalement la ville ;
- *Le manque de mobilité* : les mesures sont toujours effectuées au même point géographique ;
- *Le coût d'installation et de fonctionnement élevé* : les coûts associés à l'achat des différents analyseurs et à leur maintenance sont élevés ;

Dans ce contexte il serait souhaitable de procéder au prélèvement par tubes passifs ou échantillonneurs passifs : cette technique de surveillance permet de disposer d'un grand nombre de points de mesure sur une zone donnée [24]. En parallèle, il semble également nécessaire, d'augmenter le nombre, des stations, et d'élargir la recherche à d'autres polluants tels que les Composés Organiques Volatils Non-Méthanique (COVNM), le Plomb (Pb), les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs).

V - CONCLUSION

Les mesures réalisées au cours des trois campagnes ont permis d'évaluer la qualité de l'air sur la ville e Dakar. La qualité de l'air est globalement bonne pendant la saison des pluies, surtout entre juillet et septembre. Elle a été moyenne à mauvaise pour la plupart du temps entre décembre et juin 2010. Contrairement aux polluants gazeux, les particules en suspension sont les seules à pouvoir dépasser largement les seuils réglementaires définies par la

Norme NS-05-062 et de l'OMS. Quatre épisodes de forte pollution en PM₁₀ ont été enregistrés : Hlm (Urbain de fond : 860,28 µg/m³), Medina (Trafic : 833,04 µg/m³), Bel Air (Urbain industriel : 831,63 µg/m³ et enfin au Boulevard de la République (Trafic). Les résultats sont montrés globalement satisfaisant, et ce, malgré les dépassements sévères des particules atmosphériques. Il faut souligner que la ville de Dakar par sa façade maritime est une presqu'île entourée par la mer et le vent fréquent, ce qui peut entraîner rapidement la dispersion des polluants atmosphériques.

RÉFÉRENCES

- [1] - J.-M. YVON et C. HUCHET-KERVELLA, «Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine dans l'agglomération de Valence, 2009-2011,» Institut de veille sanitaire, SaintMaurice, (2014)
- [2] - N. GABRIELLE, «Outils d'évaluation du risque éco-toxicologique des contaminants atmosphériques», (2012)
- [3] - T. WAHIDA KIHAL, «Inégalité de santé, environnement de voisinage et impact sanitaire de la pollution atmosphérique"apports d'une analyse multidisciplinaire à fine échelle". Application à l'agglomération strasbourgeoise», (2011)
- [4] - OMS, «Les niveaux de pollution atmosphérique en hausse dans un grand nombre de villes parmi les plus pauvres au monde,» 12 Mai 2016. [En ligne]. Available: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/air-pollution-rising/fr/>. [Accès le 24 Juillet 2016]
- [5] - B. NADER, «Épisodes de pollution aiguë : quelles réponses sanitaires pour quels enjeux ? Pollution atmosphériqueNader B. (2015). Épisodes de pollution aiguë : quelles réponses sanitaires pour quels enjeux ? Pollution atmosphérique,» *Pollution atmosphérique*, n° % 1n° spécial, (2015) 165 p.
- [6] - L. ROUÏL, «Épisodes de pollution particulaire en France : quels enseignements tirer des récents épisodes ?,» *Pollution atmosphérique*, n° % 1spécial, p. p, (2015)
- [7] - OCDE, «"Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies"», (2012)
- [8] - O. OCDE, «"Economic cost of the health impact of air pollution in Europe : Clean air, health and wealth"», (2015)
- [9] - E. BECU, «La pollution tue 750 000 personnes en Chine chaque année», (2007)
- [10] - E. PERRIN, «Green et vert publie que la pollution atmosphérique tu 40 personnes par jrs soit au total 14 700 personnes au Mexique», (2013)
- [11] - B. Banque Mondiale, Situation socio-économique du Sénégal, 1ère édition. Apprendre du passé pour un avenir meilleur, 1ère éd., (2014) 50 p.

- [12] - DOUMBIA, «Caractérisation physico-chimique de la pollution atmosphérique urbaine en Afrique de l’Ouest et étude d’impact sur la santé», (2012)
- [13] - XISNHUA, «La pollution de l'air serait responsable de maladies en Afrique», (2014)
- [14] - N. MICHELOT, «L'influence des topoclimats sur la pollution de l'air aux particules dans le sud-ouest des Alpes-Maritimes» Nice, (2014)
- [15] - D. MEPN, «Stratégie Nationale initiale de Mise en Œuvre (SNMO) de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques,» Dakar, (1999)
- [16] - D. DIEME, S. BILLET, M. CABRAL-NDIOR, G. GARCON, F. CAZIER, D. COURCOT, A. DIOUF et P. SHIRALI, «Fine particulate matter collected in Dakar city (Senegal): Relationship between physicochemical characterization and toxicity in BEAS-2B cells,» *Toxicol. Lett*, n° %1205, (2011) 60 - 179 p.
- [17] - ANSD, «Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD), Sénégal,» 2013. [En ligne]. Available: <http://www.recensement.sn/fr/>. [Accès le 16 Avril 2013]
- [18] - SRSD, «Situation Economique et Sociale de la région de Dakar de l’année 2007», (2008)
- [19] - CSE, «Rapport sur l’état de l’Environnement au Sénégal», (2010)
- [20] - A. B. ZAHER, «Suivi de pollution atmosphérique par système multi capteur –méthode mixte de classification et de détermination d’un indice de pollution,» Saint-Etienne, (2012)
- [21] - ASN, «Pollution atmosphérique Norme de rejets. Norme Sénégalaise» Dakar, (2003)
- [22] - WHO, «Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide - Global update 2005», (2006)
- [23] - N. MICHELOT, P. CARREGA et L. ROUÏL, «Panorama de la modélisation de la dispersion atmosphérique. Pollution Atmosphérique, Santé et Société», (2015)
- [24] - I. ROUSSEL, «Épisodes de pollution et dispositifs d’alerte en France : une vision historique et sociopolitique,» *Pollution atmosphérique*, n° %1spécial, (2015) 40 p.
- [25] - N. MICHELOT, «Le nouveau dispositif français de gestion des pics de pollution : l’arrêté interministériel du 26 mars 2015», (2015)