

## ORIGINAL ARTICLE

# ÉVALUATION DES NIVEAUX DE POLLUTION ATMOSPHERIQUE DANS LES ZONES INDUSTRIELLES D'ABIDJAN SUD : CONCENTRATIONS DE PARTICULES FINES ET AUTRES POLLUANTS MAJEURS



Evaluation of Atmospheric Pollution Levels in the Industrial Zones of Abidjan South : Concentrations of Fine Particles and Other Major Pollutants

| Akoissi Ida Natacha YAO-ASSAHI <sup>1\*</sup> | Agness Essoh Jean Eudes Yves GNAGNE <sup>2</sup> | Kouassi Paul ANOH <sup>3</sup> | et | OSSEY Bernard Yapo <sup>4</sup> |

<sup>1</sup>. Assistant Université Alassane Ouattara | Département de Géographie | Groupe de Recherche Espace| Territoires| Sociétés et Santé | GRETSSA| Bouaké | Côte d'Ivoire|

<sup>2</sup>. Maitre-Assistant | Université Nangui Abrogoua | Unité de Formation et de Recherches en Sciences et Gestion de l'Environnement (UFR-SGE) | Laboratoire des Sciences de l'Environnement (LSE) |

<sup>3</sup>. Professeur Titulaire | Université Félix Houphouët-Boigny| Institut de Géographie Tropicale (IGT)| GRETSSA | Abidjan| Côte d'Ivoire |

<sup>4</sup>. Professeur Titulaire | Université Nangui Abrogoua | Laboratoire des Sciences de l'Environnement (LSE)| Unité de Formation et de Recherches en Sciences et Gestion de l'Environnement (UFR-SGE) | Côte d'Ivoire | Laboratoire Central de l'Environnement du Centre Ivoirien Anti-pollution (LCE-CIAPOL) |

| DOI: 10.5281/zenodo.14567419 | Received December 06, 2024 | Accepted December 27, 2024 | Published January 01, 2024 | ID Article | Akoissi-Ref8-6-19ajira261224 |

## RÉSUMÉ

**Introduction :** La pollution atmosphérique est une problématique majeure dans les zones industrielles en raison des émissions de polluants liées aux activités humaines. La zone d'Abidjan Sud, abritant des industries lourdes telles que les raffineries de pétrole et les cimenteries, ainsi que des industries légères comme les ateliers mécaniques et la fabrication de savons, est fortement exposée à ces émissions. Ces rejets affectent la qualité de l'air et posent un risque pour la santé des populations et l'environnement. Il devient donc essentiel d'évaluer l'ampleur de cette pollution afin de proposer des mesures adéquates pour sa gestion. **Objectif :** Cette étude a pour objectif d'analyser l'impact des activités industrielles sur la qualité de l'air dans la zone d'Abidjan Sud, en se concentrant sur la mesure des concentrations des matières particulaires (PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, TSP) et des polluants gazeux (NO, CO, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>). Ces résultats seront comparés aux normes réglementaires définies par le Décret N°2017-125 du 22 février 2017 relatif à la qualité de l'air. **Matériels et Méthodes :** La méthodologie adoptée pour cette étude repose sur une combinaison de collecte documentaire et de mesures empiriques des polluants atmosphériques. Dans un premier temps, une revue documentaire a permis de rassembler des informations sur les principales activités industrielles de la région, les types de polluants émis et leurs impacts potentiels sur la qualité de l'air. Ces données ont été complétées par des analyses sur le terrain pour évaluer les concentrations réelles des polluants atmosphériques. Les matières particulaires (PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, TSP) ont été collectées à l'aide de capteurs spécifiques placés dans différentes zones industrielles et résidentielles environnantes. Les polluants gazeux (NO, CO, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>) ont été mesurés à l'aide de spectrophotomètres et d'autres équipements standardisés. Les données obtenues ont ensuite été confrontées aux valeurs limites de rejet fixées par la réglementation ivoirienne pour en évaluer la conformité. **Résultats :** Les résultats montrent des concentrations élevées des matières particulaires dans la zone d'Abidjan Sud. Les niveaux de PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> et TSP dépassent largement les valeurs limites autorisées, soulignant une pollution préoccupante de l'air ambiant. En revanche, les concentrations des polluants gazeux (NO, CO, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>) restent en deçà des seuils réglementaires. Ces résultats suggèrent que les matières particulaires représentent la principale source de pollution atmosphérique dans cette région. Cependant, les niveaux relativement faibles des polluants gazeux ne doivent pas être sous-estimés, car leur accumulation et leur exposition prolongée peuvent avoir des effets délétères sur la santé des populations exposées. **Conclusion :** Cette étude confirme que les activités industrielles dans la zone d'Abidjan Sud contribuent significativement à la dégradation de la qualité de l'air, en particulier par l'émission de matières particulaires à des concentrations élevées. Bien que les polluants gazeux soient en deçà des normes réglementaires, leur surveillance régulière reste indispensable pour prévenir les risques sanitaires et environnementaux. Ces résultats mettent en évidence la nécessité de renforcer les mécanismes de contrôle des émissions industrielles et d'instaurer des mesures d'atténuation, telles que l'installation de systèmes de filtration dans les usines et la sensibilisation des acteurs industriels aux enjeux environnementaux.

**Mots-clés :** Pollution atmosphérique, matières particulaires, polluants gazeux, qualité de l'air, industries, Abidjan Sud.

## ABSTRACT

**Introduction:** Air pollution is a major issue in industrial areas due to pollutant emissions generated by human activities. The Abidjan South area, home to heavy industries such as oil refineries and cement factories and light industries like mechanical workshops and soap manufacturing, is particularly exposed to these emissions. These pollutants deteriorate air quality and pose significant risks to public health and the environment. Therefore, assessing the extent of this pollution is essential to propose appropriate management measures. **Objective:** This study aims to evaluate the impact of industrial activities on air quality in the Abidjan South area. It focuses on measuring the concentrations of particulate matter (PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, TSP) and gaseous pollutants (NO, CO, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>) and comparing them with the regulatory standards defined by Decree No. 2017-125 of February 22, 2017, concerning air quality. **Materials and Methods:** The methodology adopted for this study combines documentary research and empirical measurements of atmospheric pollutants. First, a literature review was conducted to gather information on the main industrial activities in the region, the types of pollutants emitted, and their potential impacts on air quality. This was complemented by field analyses to evaluate the actual concentrations of atmospheric pollutants. Particulate matter (PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, TSP) was collected using specific sensors placed

in various industrial and nearby residential areas. Gaseous pollutants (NO, CO, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>) were measured using spectrophotometers and other standardized equipment. The data obtained were then compared with the regulatory emission limits established by Ivorian legislation to assess compliance. **Results:** The results reveal high concentrations of particulate matter in the Abidjan South area. The levels of PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> and TSP significantly exceed the authorized limits, highlighting levels of air pollution. In contrast, the concentrations of gaseous pollutants (NO, CO, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>) remain below the regulatory thresholds. These findings suggest that particulate matter represents this region's primary source of air pollution. However, the relatively low levels of gaseous pollutants should not be overlooked, as their accumulation and prolonged exposure may have harmful effects on public health. **Conclusion:** This study confirms that industrial activities in the Abidjan South area significantly contribute to the deterioration of air quality, particularly through the elevated concentrations of particulate matter. Although gaseous pollutants comply with regulatory standards, their regular monitoring remains essential to prevent health and environmental risks. These findings emphasize the need to strengthen mechanisms for controlling industrial emissions and to adopt mitigation measures, such as installing filtration systems in factories and raising awareness among industrial stakeholders about environmental issues.

**Keywords:** Air pollution, particulate matter, gaseous pollutants, air quality, industries, Abidjan South.

## 1. INTRODUCTION

Le processus d'industrialisation, facteur clé du développement économique, s'accompagne souvent d'impacts environnementaux significatifs, particulièrement dans les pays en développement où les mécanismes de contrôle environnemental peuvent être moins rigoureux. En Afrique de l'Ouest, la Côte d'Ivoire illustre cette dynamique complexe entre croissance industrielle et défis environnementaux.

Le développement industriel d'Abidjan Sud, pôle économique majeur de la Côte d'Ivoire, a engendré une concentration remarquable d'industries, structurée autour de plusieurs secteurs stratégiques. Le tissu industriel est dominé par le secteur agro-industriel, suivi des industries chimiques, du caoutchouc, du plastique et de la pétrochimie. Cette diversification industrielle a permis à la Côte d'Ivoire d'atteindre une position prépondérante dans le contexte africain, se classant comme cinquième puissance exportatrice agro-industrielle du continent et première en Afrique de l'Ouest (ONU, 2012).

Cette industrialisation rapide s'accompagne cependant de défis environnementaux majeurs, similaires à ceux observés dans d'autres économies émergentes. La problématique environnementale se manifeste principalement à travers trois types de rejets : liquides, solides et gazeux. Les émissions atmosphériques, en particulier, constituent une préoccupation croissante dans les zones urbaines, comme l'a souligné le Centre Ivoirien Anti-Pollution (CIAPOL, 2007).

Pour comprendre l'impact de ces émissions, il est essentiel de considérer la composition normale de l'air atmosphérique. L'air non pollué se compose principalement d'azote (78%) et d'oxygène (21%), complétés par le dioxyde de carbone et les gaz rares. Cette composition naturelle est altérée dans les zones industrielles par l'introduction de divers polluants atmosphériques. Parmi ces polluants, on trouve notamment les particules fines, l'ozone et les oxydes d'azote. Ces derniers, comprenant le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et le monoxyde d'azote (NO), sont principalement générés lors des processus de combustion à haute température (OFEV, 2004). Les activités industrielles génèrent un spectre complexe d'émissions atmosphériques. Les principales sources incluent les installations industrielles et les processus de combustion, qui libèrent dans l'atmosphère des oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), du dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), du monoxyde de carbone (CO), du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), ainsi que divers composés organiques et particulaires. Ces émissions ont des implications significatives tant pour la santé publique que pour l'équilibre des écosystèmes atmosphériques, notamment à travers leur impact sur la couche d'ozone.

Face à ces enjeux, la Côte d'Ivoire a développé un cadre réglementaire environnemental, marqué par la ratification de plusieurs traités internationaux et l'adoption de législations nationales auxquelles les industries sont théoriquement soumises (Dongo et al., 2013). Cependant, l'efficacité de ces mesures réglementaires reste à démontrer, car les émissions industrielles persistent et leurs impacts sur la santé des populations riveraines demeurent préoccupants. Dans ce contexte, notre étude vise à évaluer de manière systématique l'impact des activités industrielles sur la qualité de l'air à Abidjan Sud. Plus spécifiquement, cette recherche se concentre sur la caractérisation quantitative et qualitative des matières particulaires et des polluants atmosphériques dans les zones industrielles et leurs périphéries. Cette évaluation est cruciale pour comprendre l'ampleur de la pollution atmosphérique industrielle et ses implications potentielles pour la santé publique et l'environnement. Cette recherche s'inscrit dans une perspective plus large de développement durable, visant à concilier les impératifs de croissance économique avec la nécessité de protéger l'environnement et la santé des populations. Les résultats de cette étude pourront contribuer à l'élaboration de politiques environnementales plus efficaces et à l'amélioration des pratiques industrielles dans la région d'Abidjan Sud.

## 2. MATÉRIELS AND MÉTHODES

### 2.1 Choix des sites de mesure

Dans le cadre de cette étude, trois sites stratégiques ont été sélectionnés pour effectuer les mesures de la qualité de l'air à Abidjan. La sélection a été faite en tenant compte de différents critères, notamment les types d'activités

industrielles présentes, les caractéristiques de la zone environnante, ainsi que les conditions météorologiques susceptibles d'influencer la dispersion et la concentration des polluants atmosphériques.

### **Site 1 : Terrain du Centre National de Tri Postal à Vridi, Port-Bouët**

Le premier site est situé dans la zone industrielle de Vridi, à proximité du Centre National de Tri Postal, à Port-Bouët. Cette zone est caractérisée par une activité industrielle importante, incluant à la fois des industries lourdes et légères. Le site est situé à l'intersection de deux zones industrielles majeures (Treichville et Vridi), ce qui en fait un emplacement stratégique pour l'observation de la pollution industrielle dans une zone fortement industrialisée. Les rejets atmosphériques issus de ces industries constituent une source potentielle de contamination de l'air, et ce site permet ainsi de capturer une variété de polluants liés à ces activités.

### **Site 2 : Palais des Sports de Treichville, Boulevard Valéry Giscard d'Estaing**

Le deuxième site choisi est situé au Palais des Sports de Treichville, sur le Boulevard Valéry Giscard d'Estaing. Ce site a été sélectionné en raison de la présence d'industries lourdes dans la zone industrielle de Treichville, ainsi que de la forte densité de population dans ce quartier. En outre, la zone est marquée par un trafic routier intense, ce qui contribue à l'émission de polluants liés au transport (notamment les oxydes d'azote et les particules fines). Cette combinaison d'activités industrielles, de densité démographique et de circulation automobile en fait un site pertinent pour évaluer l'impact de plusieurs sources de pollution atmosphérique.

### **Site 3 : Terrain de l'Église Méthodiste Bethesda Dabie Abety à Marcory, Biétry**

Le troisième site est situé au niveau du terrain de l'Église Méthodiste Bethesda Dabie Abety à Marcory, dans le quartier de Biétry. Il s'agit d'une zone mixte, comportant des activités industrielles, commerciales et résidentielles. Ce site est proche de rejets industriels provenant de Port-Bouët, notamment de la Société Ivoirienne de Raffinage (SIR). Bien que ce site ne soit pas directement situé dans une zone industrielle, il est néanmoins exposé aux polluants industriels en raison de sa proximité avec ces sites d'émission. Ce choix a été motivé par l'objectif de comparer l'impact de la pollution dans des zones résidentielles et commerciales, en dehors des zones industrielles à proprement parler.

### **Critères météorologiques**

Le choix des sites a également été influencé par les conditions météorologiques, qui jouent un rôle clé dans la dispersion et la transformation des polluants atmosphériques. Les paramètres météorologiques suivants ont été pris en compte :

- Température
- Humidité relative
- Insolation
- Précipitations
- Vitesse du vent
- Direction du vent (Sud et Sud-Ouest)

Ces paramètres ont été mesurés simultanément avec les concentrations de polluants pour évaluer l'impact de ces conditions sur la qualité de l'air et la propagation des substances polluantes.

## **2.2 Campagnes de mesure et méthodologie de collecte des données**

Trois campagnes de mesure ont été menées à différents moments de l'année afin de capturer la variabilité saisonnière de la pollution atmosphérique.

### **Première campagne : du 31 juillet au 3 août 2018**

La première campagne a été réalisée pendant la période estivale, entre le 31 juillet et le 3 août 2018. Les mesures ont été prises tous les jours entre 10 h et 14 h, afin de capter les concentrations de polluants pendant les heures de forte activité industrielle et de circulation.

### **Deuxième campagne : du 26 au 28 novembre 2018**

La deuxième campagne a été effectuée en novembre 2018, au cours de la saison des pluies. Cette période a permis d'évaluer l'influence des précipitations sur les niveaux de pollution de l'air et la présence de particules dans l'atmosphère.

### **Troisième campagne : du 26 au 28 décembre 2018**

La dernière campagne a eu lieu en décembre, au cours de la saison sèche. Elle a permis d'étudier les variations de la qualité de l'air pendant une période sans précipitations, ce qui a permis d'observer l'impact de l'humidité et des conditions sèches sur les niveaux de pollution.

### **Procédure de mesure des concentrations de polluants**

Les mesures de la concentration des polluants ont été effectuées à l'aide de dispositifs spécialisés pour différents types de substances :

- Particules fines (PM) : Un MET ONE AEROCET 531, moniteur de poussières, a été utilisé pour mesurer la concentration de particules en suspension dans l'air, incluant les particules PM2.5 et PM10.
- Gaz (CO, NO, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S) : Pour la mesure des gaz, des tubes Dräger à couche indicatrice ont été utilisés.

Ces tubes permettent de déterminer les concentrations de gaz spécifiques en fonction de la décoloration observée sur le tube après une période d'exposition.

La concentration (C) des polluants dans l'air a été calculée en fonction des valeurs obtenues sur les tubes de mesure, du débit (d) de la pompe, du temps d'échantillonnage (t), et du nombre de coups de pompe (n) enregistré. La formule utilisée pour le calcul est la suivante :

$$C = \frac{Ci \times d \times t}{n} \quad (1)$$

**Ci** : est la concentration lue sur le tube,

**d** : est le débit de la pompe,

**t** : est le temps de mesure,

**n** : est le nombre de coups de pompe.

Le volume d'air aspiré à travers le tube de mesure (V) a été calculé à l'aide de la formule :

$$V = d \times t \quad (2)$$

### 2.3 Instruments de mesure

Les instruments utilisés pour cette étude ont été sélectionnés pour leur précision et leur capacité à détecter de faibles concentrations de polluants. Les dispositifs suivants ont été utilisés pour la collecte et l'analyse des données :

1. MET ONE AEROCET 531 : Moniteur de poussières pour la mesure des particules en suspension (PM2.5, PM10).
2. Tubes Dräger à couche indicatrice : Utilisés pour la mesure des gaz tels que le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde d'azote (NO), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), l'ammoniac (NH<sub>3</sub>), et le sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S).

Ces instruments ont été calibrés avant chaque campagne de mesure afin de garantir la fiabilité des résultats obtenus. Les tubes Dräger permettent une détection rapide et efficace des gaz grâce à une coloration chimique, tandis que le MET ONE AEROCET 531 permet une mesure précise des concentrations de particules.

Pour l'analyse des données relatives à la pollution atmosphérique, nous avons utilisé plusieurs outils statistiques afin d'assurer la robustesse et la précision des résultats obtenus. L'analyse a couvert à la fois les matières particulaires (PM) et les polluants gazeux, et a été réalisée à l'aide des logiciels Statistica 7.1, Excel 2013 et ArcGIS.

#### 2.4.1 Logiciels utilisés

Le logiciel Statistica 7.1 a été utilisé pour effectuer des analyses statistiques avancées, y compris l'Analyse en Composantes Principales (ACP), l'analyse de corrélation entre les différentes variables mesurées, ainsi que pour les tests de comparaison de moyennes. Statistica est un outil puissant qui permet de gérer des jeux de données complexes et de réaliser des analyses multivariées pertinentes pour ce type d'étude environnementale.

L'Excel (2013) a principalement servi pour effectuer des analyses descriptives de base, telles que les moyennes, les médianes, les écarts-types et les intervalles de confiance. Ce logiciel a également été utilisé pour organiser les données sous forme de tableaux et générer des graphiques de tendances afin de visualiser la distribution et les variations des polluants au cours des différentes campagnes de mesure. Les graphiques ont permis de repérer visuellement les relations potentielles entre les concentrations des différents polluants et les facteurs environnementaux, tels que la température et la vitesse du vent.

Le logiciel ArcGIS de système d'information géographique (SIG) a été utilisé pour analyser la variation spatiale des polluants gazeux. Grâce à ArcGIS, nous avons pu cartographier les concentrations des polluants à différents sites de mesure et observer les tendances spatiales. Cela a permis d'identifier les zones à haute pollution, et de visualiser les éventuelles zones de dispersion en fonction des conditions météorologiques (vent, température).

#### 2.4.2 Analyse descriptive

Les premières étapes de l'analyse ont consisté à effectuer des analyses descriptives sur les concentrations des polluants mesurés. Pour chaque site, des indicateurs statistiques de base ont été calculés, notamment la Moyenne pour estimer la concentration moyenne des polluants dans chaque site et pendant chaque campagne de mesure. Également on a

calculé l'écart-type pour mesurer la variabilité des concentrations autour de la moyenne, permettant ainsi de déterminer la stabilité des niveaux de pollution au fil du temps.

### 2.4.3 Analyse multivariée : Analyse en Composantes Principales (ACP)

Afin de mieux comprendre les relations entre les différentes variables mesurées et d'identifier les facteurs sous-jacents influençant les concentrations des polluants, nous avons utilisé l'Analyse en Composantes Principales (ACP). L'ACP est une méthode statistique multivariée qui permet de réduire la dimensionnalité des données tout en conservant autant que possible la variance originale des données. Cette méthode a permis de déterminer les principales variables qui expliquent la majorité de la variance observée dans les concentrations de polluants.

#### ***L'ACP a été réalisée pour :***

Identifier les composantes principales qui expliquent la plus grande partie de la variation des concentrations de polluants dans l'air.

Examiner la corrélation entre les variables (particules fines, gaz polluants, conditions météorologiques, etc.) et comprendre comment elles interagissent.

Détecter des modèles ou tendances dans les données, par exemple, des corrélations entre les concentrations de polluants et les conditions climatiques (vent, température, etc.). Ainsi, les résultats de l'ACP ont été interprétés pour déterminer les facteurs principaux influençant la pollution dans chaque zone étudiée et pour comparer les différents sites en termes de profils de pollution.

### 2.4.4 Corrélation entre variables

L'analyse de corrélation a permis de mesurer la force et la direction des relations linéaires entre les différentes variables étudiées, telles que les concentrations de particules fines (PM2.5, PM10), les gaz polluants (CO, NO, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S) et les facteurs environnementaux (température, humidité, vitesse du vent). Les coefficients de corrélation de Pearson ont été calculés pour chaque paire de variables. Cette analyse a permis d'identifier les relations significatives entre les polluants atmosphériques et d'évaluer l'impact des conditions météorologiques sur la dispersion et la concentration des polluants.

### 2.4.5 Comparaison de moyennes : Tests statistiques

Pour tester les différences significatives entre les concentrations de polluants entre les différents sites de mesure et les différentes périodes de collecte, nous avons utilisé des tests statistiques de comparaison de moyennes. Les tests les plus utilisés étaient :

Le test t de Student : utilisé pour comparer les moyennes des concentrations de polluants entre deux groupes, par exemple entre les sites industriels et les sites résidentiels.

L'Analyse de Variance (ANOVA) : utilisée pour comparer les moyennes des concentrations de polluants entre plus de deux groupes, comme les différentes campagnes de mesure (été, saison des pluies, saison sèche).

Une analyse post-hoc a ensuite été réalisée pour examiner les différences entre toutes les paires de stations, en utilisant le test de Tukey. Ce test permet de comparer toutes les combinaisons possibles de groupes tout en contrôlant le taux d'erreur de type I, et nous avons considéré comme significatives toutes les différences pour lesquelles la valeur de p était inférieure à 0.05.

Ces tests ont permis de déterminer s'il existait des différences significatives dans les niveaux de pollution en fonction des différents facteurs (site de mesure, saison, etc.), et de valider ou infirmer des hypothèses sur les sources de pollution et leur impact sur la qualité de l'air.

### 2.4.6 Visualisation des résultats

Les résultats des analyses statistiques ont été présentés sous forme de graphique de dispersion, de histogrammes et de cartes de concentration des polluants générées par ArcGIS. Ces visualisations ont permis de rendre les résultats accessibles et compréhensibles pour un public large et de mettre en évidence les tendances spatiales et temporelles de la pollution de l'air dans les différentes zones étudiées.

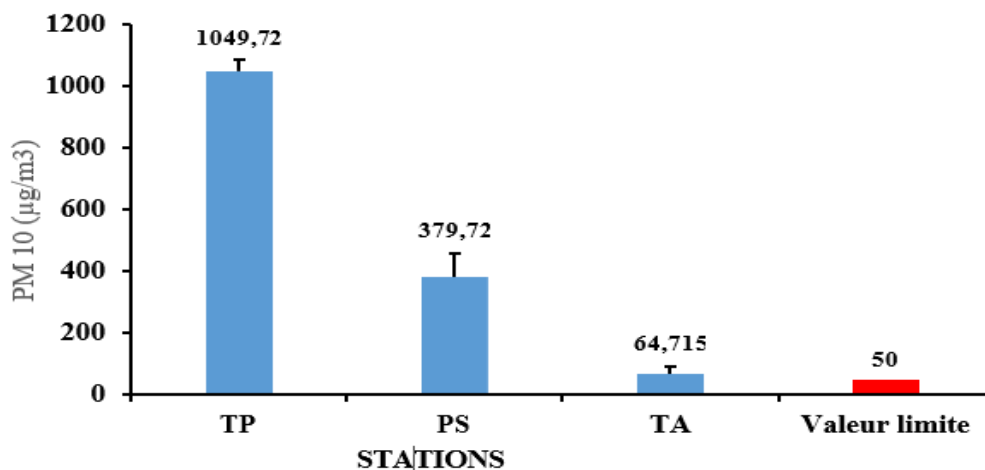
### 3. RÉSULTATS

#### 3.1 Détermination des matières particulaires dans la zone d'étude

##### ✓ **PM 10 (Les particules PM10, de taille inférieure à 10 µm)**

La Figure 1 illustre la distribution spatiale des concentrations moyennes de PM10 mesurées aux différentes stations de surveillance de la qualité de l'air. Les résultats révèlent une forte hétérogénéité des concentrations selon les sites étudiés. La concentration maximale a été observée à la station du Tri Postal (TP) avec une valeur moyenne de  $1049,72 \pm 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , suivie par la station PS qui présente une concentration moyenne de  $379,72 \pm 45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La station TA a enregistré la concentration la plus faible avec  $64,715 \pm 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il est particulièrement notable que l'ensemble des stations présente des concentrations qui dépassent significativement la valeur limite réglementaire établie à  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , avec des dépassements allant de 1,3 à 21 fois cette limite normative.

L'analyse statistique des données montre une différence significative entre les stations ( $p < 0,05$ ), mettant en évidence un gradient de concentration très marqué. La station TP se distingue par des concentrations particulièrement élevées, dépassant de plus de 20 fois la norme réglementaire, ce qui suggère une source importante d'émission de particules dans cette zone. Cette distribution spatiale des PM10 indique une problématique majeure de pollution particulaire, particulièrement prononcée dans la zone du Tri Postal, nécessitant une attention urgente en termes de gestion de la qualité de l'air et de protection de la santé publique.

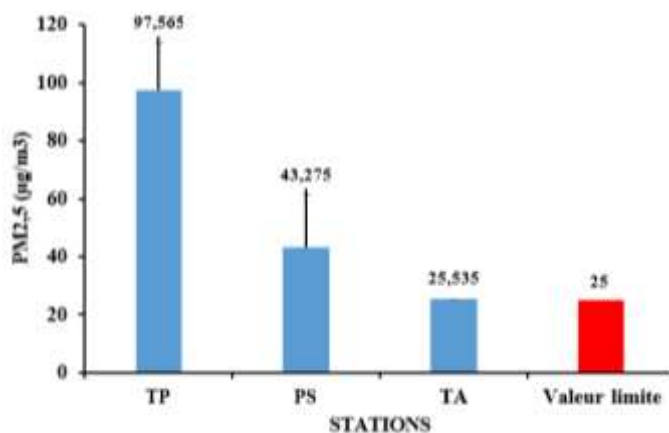


**Figure 1 :** Concentration des pm 10 dans les différentes zones d'évaluation de la qualité de l'air ; (source: Yao Natacha, 2018).

##### ✓ **PM 2,5 (Particules fines ou PM 2,5 inférieures ou égales à 2,5 µm)**

La Figure 2 présente la distribution spatiale des concentrations moyennes de PM2,5 mesurées dans différentes stations de surveillance de la qualité de l'air. Les résultats montrent une variation significative des concentrations selon les sites de mesure. La concentration la plus élevée a été enregistrée au niveau de la station du Tri Postal (TP) avec une valeur moyenne de  $97,565 \pm 0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , suivie de la station PS avec  $43,275 \pm 0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , tandis que la station TA a enregistré la concentration la plus faible avec  $25,535 \pm 0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il est important de noter que toutes les stations présentent des concentrations supérieures à la valeur limite réglementaire fixée à  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , avec des dépassements allant de 1,02 à 3,9 fois cette limite. Le gradient de concentration observé entre les stations suggère une influence significative des activités locales sur les niveaux de PM2,5, particulièrement marquée dans la zone du Tri Postal. Ces résultats mettent en évidence une problématique de pollution particulaire dans la zone d'étude, avec des implications potentielles pour la santé publique et la qualité de l'air urbain.

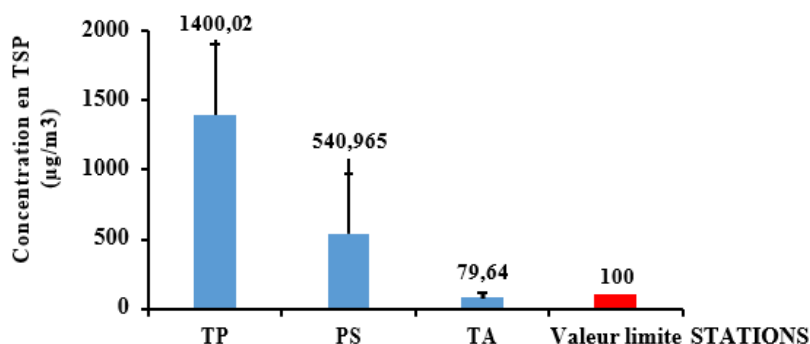
La variabilité spatiale des concentrations de PM2,5 observée pourrait être attribuée à la proximité des sources d'émission et aux conditions locales spécifiques à chaque site de mesure. Les concentrations particulièrement élevées relevées à la station TP ( $p < 0,05$ ) indiquent que cette zone constitue un point chaud de pollution nécessitant une attention particulière en termes de gestion de la qualité de l'air.



**Figure 2** : Concentration des pm 2,5 dans les différentes zones d'évaluation de la qualité de l'air ; (source : Yao Natacha, 2018).

### ✓ TSP (Particules Totales en Suspension)

La figure 3 présente les teneurs de TSP des différentes zones de prélèvement de la qualité de l'air. Les concentrations moyennes en TSP (Particules Totales en Suspension) varient significativement entre les différentes stations de prélèvement ( $p < 0,05$ ). Les niveaux les plus élevés ont été enregistrés au niveau du Tri Postal (TP) avec  $1400,02 \pm 489,98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , suivis de la station PS ( $540,965 \pm 459,035 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). La station TA présente les concentrations les plus faibles avec  $79,64 \pm 20,36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il est à noter que les concentrations mesurées aux stations TP et PS dépassent significativement la valeur limite réglementaire fixée à  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , avec des dépassements respectifs d'un facteur 14 et 5,4. En revanche, les niveaux de TSP à la station TA restent conformes aux normes environnementales. Cette distribution spatiale des concentrations suggère une source importante d'émission de particules à proximité du site TP.

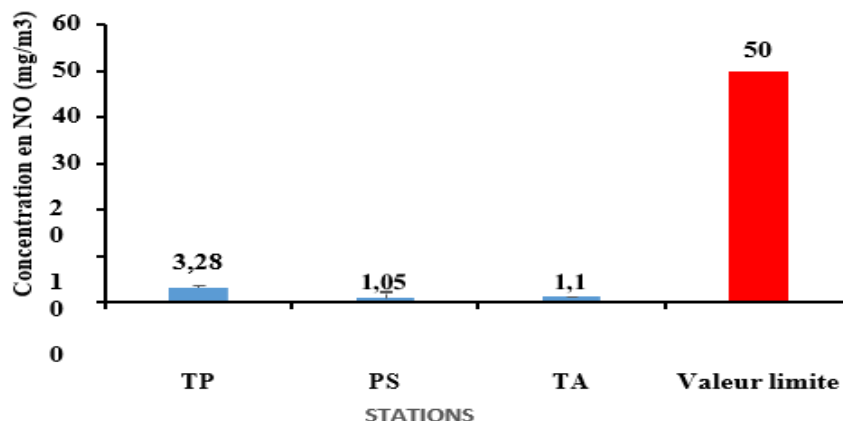


**Figure 3** : Concentration des TSP dans les différentes zones d'évaluation de la qualité de l'air ; (source: Yao Natacha, 2018).

## 3.2 Polluants gazeux

### ✓ Oxydes d'azote (NO)

Les concentrations en monoxyde d'azote (NO) ont été mesurées dans les différentes stations de prélèvement. Les résultats montrent que les niveaux de NO sont relativement faibles et significativement inférieurs à la valeur limite réglementaire fixée à  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $p < 0,05$ ). La concentration la plus élevée a été observée au niveau du Tri Postal (TP) avec  $3,28 \pm 0,22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , suivie de la station PS ( $1,05 \pm 0,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). La station TA présente la concentration la plus faible avec  $1,1 \pm 0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Toutes les valeurs mesurées sont largement en dessous du seuil réglementaire, représentant moins de 7% de la valeur limite. Cette distribution spatiale des concentrations en NO indique une pollution atmosphérique modérée par ce polluant sur l'ensemble des sites étudiés (figure 4).



**Figure 4 :** Concentration des NO dans les différentes zones d'évaluation de la qualité de l'air; (source : YAO Natacha, 2018).

✓ **Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)**

La Figure 5 illustre la distribution des concentrations en dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) mesurées dans trois stations distinctes, comparées à la valeur limite réglementaire. Les mesures sont exprimées en mg/m<sup>3</sup>.

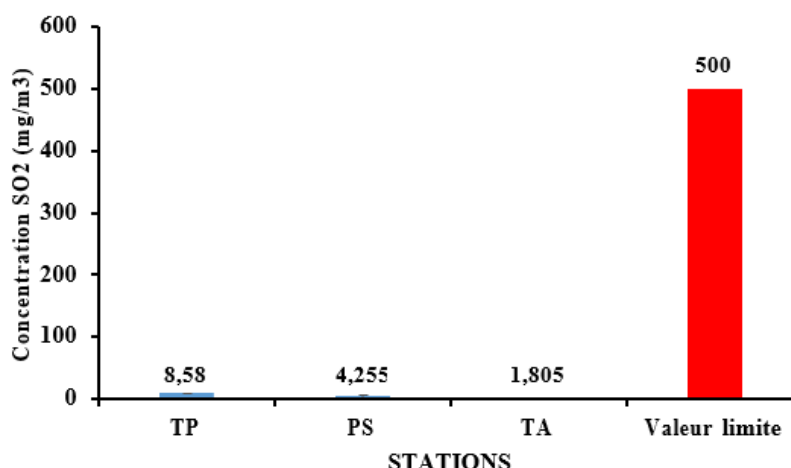
Les résultats montrent une variation notable entre les stations :

- La station TP (Tri-postal) présente une concentration de 8,58 mg/m<sup>3</sup>,
- La station PS (Palais des sports) enregistre 4,255 mg/m<sup>3</sup>,
- La station TA (Village d'Abiaty) affiche la concentration la plus faible avec 1,805 mg/m<sup>3</sup>.

Un fait particulièrement remarquable est que toutes les concentrations mesurées sont significativement inférieures à la valeur limite réglementaire fixée à 500 mg/m<sup>3</sup>, représentée par la barre rouge. En effet, même la concentration la plus élevée (8,58 mg/m<sup>3</sup> au Tri-postal) ne représente qu'environ 1,7% de cette limite.

On observe un gradient décroissant des concentrations du Tri-postal vers le village d'Abiaty, suggérant potentiellement une influence de l'urbanisation ou des activités anthropiques sur les niveaux de SO<sub>2</sub>. La différence entre la valeur maximale et minimale est de 6,775 mg/m<sup>3</sup>, illustrant une variabilité spatiale modérée entre les sites de mesure.

Ces résultats indiquent une qualité de l'air satisfaisante au regard du paramètre SO<sub>2</sub> dans l'ensemble des zones étudiées, avec des concentrations largement en deçà des seuils réglementaires.



**Figure 5 :** Concentration des SO<sub>2</sub> dans les différentes zones d'évaluation de la qualité de l'air; (source : YAO Natacha, 2018).

✓ **CO (Monoxyde de carbone)**

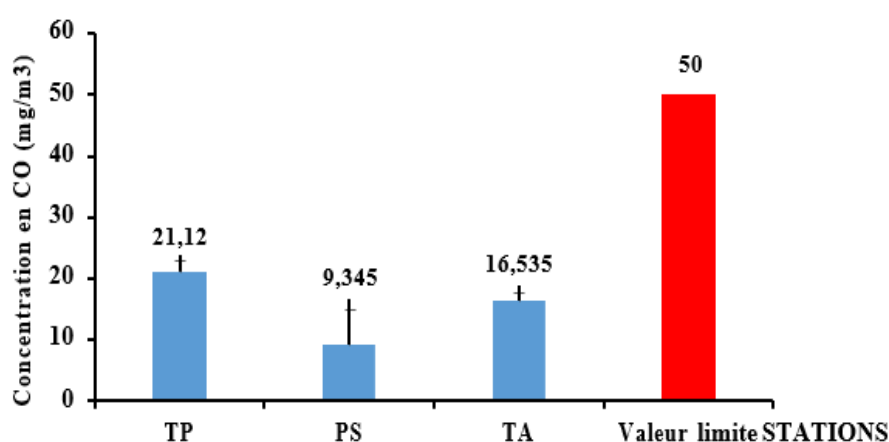
Pour comparer ces trois concentrations, un test statistique ANOVA à un facteur serait approprié, suivi d'un test post-hoc de Tukey pour les comparaisons multiples, car nous avons trois groupes à comparer avec des données quantitatives.



La figure 6 présente les concentrations en monoxyde de carbone (CO) mesurées dans différentes stations. Les résultats montrent des variations significatives entre les stations (ANOVA,  $p < 0.05$ ). La concentration la plus élevée a été enregistrée à la station TP ( $21,12 \pm 2,1 \text{ mg/m}^3$ , moyenne  $\pm$  écart-type), suivie de la station TA ( $16,535 \pm 1,5 \text{ mg/m}^3$ ), tandis que la station PS présente la concentration la plus faible ( $9,345 \pm 4,2 \text{ mg/m}^3$ ).

L'analyse post-hoc révèle des différences significatives entre toutes les paires de stations (test de Tukey,  $p < 0.05$ ). Plus spécifiquement, la concentration à la station TP est significativement plus élevée que celle de la station TA ( $p < 0.05$ ) et de la station PS ( $p < 0.01$ ). La différence entre les stations TA et PS est également statistiquement significative ( $p < 0.05$ ).

Toutes ces concentrations restent néanmoins nettement inférieures à la valeur limite réglementaire fixée à  $50 \text{ mg/m}^3$ . La variabilité des mesures, indiquée par les écarts-types, est plus importante pour la station PS ( $\pm 4,2 \text{ mg/m}^3$ ) comparativement aux stations TP ( $\pm 2,1 \text{ mg/m}^3$ ) et TA ( $\pm 1,5 \text{ mg/m}^3$ ). Cette analyse statistique démontre non seulement une conformité avec les normes environnementales, mais aussi une hétérogénéité significative des concentrations en CO selon les zones de mesure.



**Figure 6** : Concentration des CO dans les différentes zones d'évaluation de la qualité de l'air; (source : YAO Natacha, 2018).

### ✓ Ammoniac (NH<sub>3</sub>) et Sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S)

Les concentrations en ammoniac (NH<sub>3</sub>) et en sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S) sont nulles sur les trois sites (tableau 1).

**Tableau 1** : Concentration des NH<sub>3</sub> et H<sub>2</sub>S dans les différentes zones d'évaluation de la qualité de l'air.

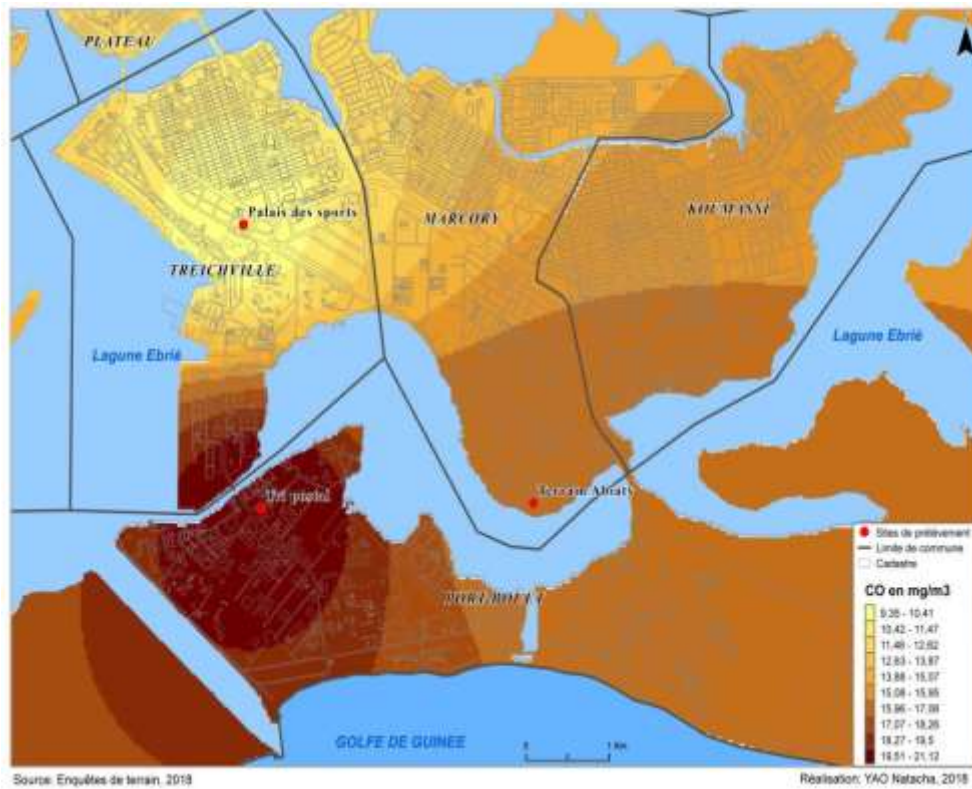
Stations	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S
<b>Tripostal</b>	-	-
<b>Palais des sports</b>	-	-
<b>Abiaty</b>	-	-

(Source: YAO Natacha, 2018).

## 3.3 Variation des polluants gazeux à Abidjan Sud

### ✓ Variation du CO

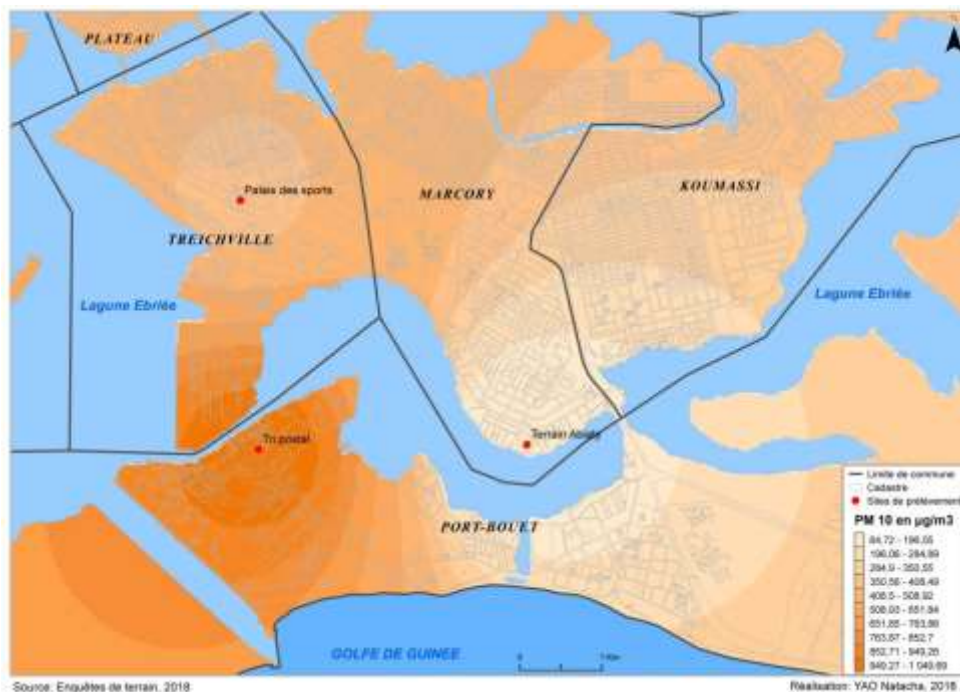
Les monoxydes de carbones (CO) mesurés au niveau du terrain Tri postal s'étendent sur un rayon de 920 m (figure 7).



**Figure 7 :** Variation de CO à Abidjan Sud, (Source : YAO Natacha, 2018).

✓ **Variation des PM 10**

Les concentrations des PM10 sont élevées au terrain Tri postal. Ces particules s’étendent sur une certaine distance dans un rayon de 920 m balayant PETROCI GAZ, SCCI 1, TOTAL au Sud, à l’Est POLYPLAST, SAFICA, à l’Ouest, SIVOM, NESTLE, AJ SEWARD et au Nord avec CODIVAL, OLEATECH (figure 8).



**Figure 8 :** Variation des PM 10 à Abidjan Sud, (Source: YAO Natacha, 2018).

✓ **Variation de l’Oxyde d’Azote**

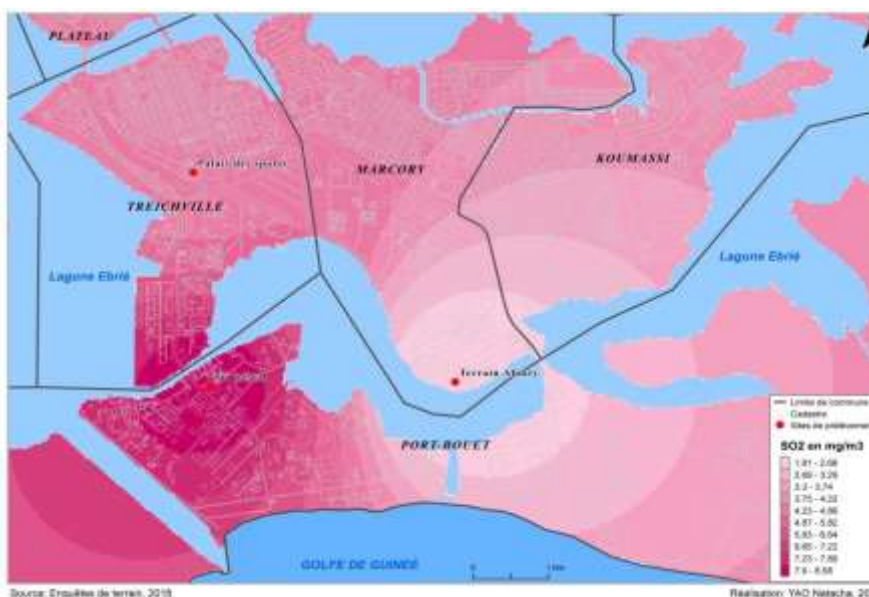
L'oxyde d'azote (NO) mesuré au niveau du terrain Tri postal s'étend sur un rayon de 920 m balayant PETROCI GAZ, SCCI 1, TOTAL au Sud, à l'Est POLYPLAST, SAFICA, à l'Ouest, SIVOM, NESTLE, AJ SEWARD et au Nord avec CODIVAL, OLEATECH. Ces concentrations sont comprises entre 3,04 µg/m<sup>3</sup> et 3,28 µg/m<sup>3</sup> (figure 9).



**Figure 9 :** Variation des NO à Abidjan Sud; (Source: YAO Natacha, 2018).

✓ **Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)**

Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) au niveau du terrain Tri postal s'étend sur une certaine distance dans un rayon de 920 m (figure 10).



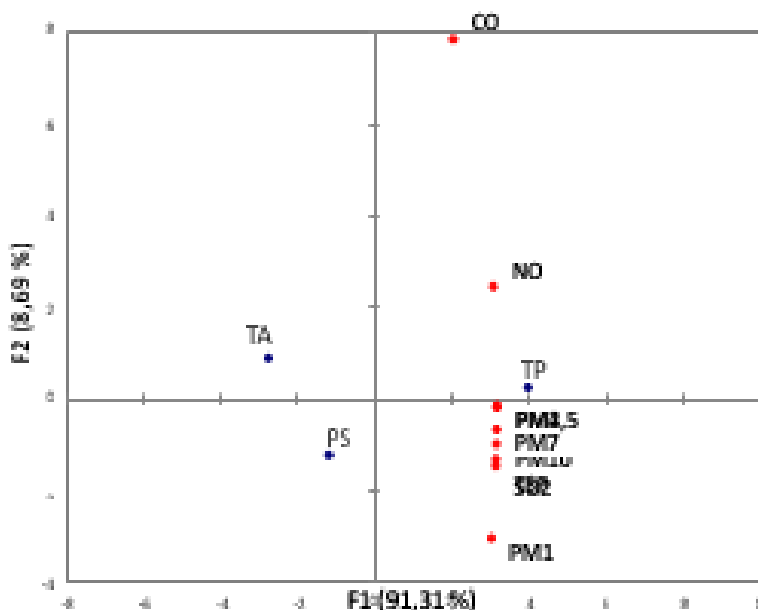
**Figure 10 :** Variation des SO<sub>2</sub> à Abidjan Sud; ( Source: YAO Natacha, 2018).

**3.4 Typologie des effluents gazeux**

L'Analyse en Composante Principale (ACP) indique que le plan factoriel (F1-F2), illustrée par la figure 11, représente 100% de la variance expliquée (tableau 2). Par conséquent, toutes les informations attendues sont représentées dans ce plan factoriel.

Le facteur 1 (F1) qui exprime 91,67 % de la variance expliquée est corrélé positivement aux PM1 (0,956), PM2, 5 (1,000), PM4 (1,000), PM7 (0,998), PM10. Ainsi, ce facteur traduit une pollution en matière particulaire et en oxyde d'azote et de soufre. Le monoxyde de carbone (CO) (0,767), contribue fortement à la formation du facteur 2 (F2). Ce

facteur exprime 08,69% de la variance expliquée. Il apparait donc qu'il traduit une forte pollution en monoxyde de carbone.



**Figure 11** : Espace du plan factoriel (F1 ; F2), (source: YAO Natacha, 2018).

Alors, il résulte de l'analyse des variables et des individus dans le plan factoriel (F1-F2), deux grands environnements qui se différencient relativement à la qualité de l'air :

Environnement 1 comporte de l'air riche en matière particulaire et en oxyde de soufre et d'azote. Il s'agit de la qualité de l'air de Tri Postal

Environnement 2 est constitué d'air pauvre en matière particulaire et en oxyde de soufre, d'azote et en monoxyde de carbone. Il s'agit de la qualité de l'air du Palais des Sports et du Terrain d'Abiaty (tableau 2).

**Tableau 2** : Valeur propre

	F1	F2
<b>Valeur propre</b>	8,218	<b>0,782</b>
<b>Variabilité (%)</b>	91,307	<b>8,693</b>
<b>% cumulé</b>	<b>91,307</b>	<b>100,000</b>

(Source: YAO Natacha, 2019)

**Tableau 3** : Corrélation entre les variables et les facteurs.

	F1	F2
<b>PM1</b>	0,956	<b>-0,294</b>
<b>PM2,5</b>	1,000	<b>-0,014</b>
<b>PM4</b>	1,000	<b>-0,012</b>
<b>PM7</b>	0,998	<b>-0,063</b>
<b>PM10</b>	0,996	<b>-0,094</b>
<b>TSP</b>	0,992	<b>-0,127</b>
<b>CO</b>	0,641	<b>0,767</b>
<b>NO</b>	0,970	<b>0,242</b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>0,990</b>	<b>-0,140</b>

**PM** : Particules Matters ou matières particulaires ; **CO**: (Monoxyde de carbone) ; **PM2.5** : particules dont le diamètre est inférieur à 2.5 µm ; **SO<sub>2</sub>** : Dioxyde de soufre ; **PM10** : particules dont le diamètre est inférieur à 10 µm ; **TSP** : Total Suspended Particles ; (Source: YAO Natacha, 2019).

## 4. DISCUSSION

La pollution de l'air est due à la présence de polluants dans les plus basses couches de l'atmosphère. Ces polluants sont des gaz et/ou des particules.

### ✓ **Matières particulaires (PM 2,5, PM10, TSP)**

Les résultats montrent que les matières particulaires (PM 2,5, PM10, TSP) sont très élevées dans la zone de Tri postal qu'au palais des sports et à Abiaty. En effet, cette forte concentration serait liée aux installations industrielles de Vridi. En fait, Vridi est le siège des industries d'Abidjan, voire de toute la Côte d'Ivoire. Ce quartier de la commune de Port-Bouët détient la plus forte concentration (35,65%) en termes d'industries (Yao-Assahi et *al.* 2019, p24). Les communes de Koumassi, Treichville puis Marcory abritent respectivement 29,65%, 19,55 % et 15,14% des industries Sud abidjanaises. Dans la zone industrielle de Vridi, on trouve les industries de raffinage du pétrole, de stockage et de distribution de produits pétroliers, de chimie, de l'agro-industrie, de la mécanique, de la métallurgie, de l'électricité. Ces industries rejettent énormément de particules dans l'atmosphère par la combustion de mazout, charbon et bois. L'exposition de longue durée à ces particules représente un risque sanitaire et un risque important de pollution de l'air ambiant (Doumont et *al.*, 2006, p.6). En effet, ceci pourrait justifier les fortes concentrations des particules dans la zone du terrain de tri postal à cause de sa position intermédiaire entre la zone industrielle du port, où se concentre UNILEVER, Société des huileries de Côte d'Ivoire, SCODI et la zone de Vridi où l'on trouve des entreprises telles que SANIA (société d'huilerie), SACO (sociétés de transformation du cacao). Toutes, des industries agroalimentaires et une industrie de cimenterie CIMAF. L'analyse en composante principale (ACP) montre également une forte concentration particulière dans la zone de Tri Postale. Aussi, les concentrations des particules seraient-elles élevées au Palais des sports à cause de différentes cimenteries (SCA, SOCIMAT) et aux industries agroalimentaires (GMA, MMCI). Concernant les industries minérales, représentés par les cimenteries (SCA et SOCIMAT) et la métallurgie (SOTACI), elles rejettent dans l'atmosphère de grandes quantités de polluants atmosphériques (Matière particulaire) (TESCULT, 2007, p 3-2). L'étude pour l'installation de pollumètres et réseau de mesure de la qualité de l'air à Abidjan vient confirmer le niveau élevé de la concentration des particules par la présence des industries. La zone industrielle de Treichville est avec celle de Port-Bouët, l'une des deux principales sources de pollution atmosphérique industrielle en matière particulaire. Les particules ont des compositions chimiques différentes selon leur origine. Leur composition chimique fait généralement apparaître des composés inorganiques (sulfates, nitrates, ammonium), des composés organiques, des éléments traces tels que les métaux lourds, du carbone suie (couramment appelé « Black carbon »). Le carbone suie fait l'objet d'une attention particulière du fait de ses effets néfastes sur la santé humaine et sur le changement climatique.

### ✓ **Polluants gazeux**

Le monoxyde de carbone (CO), l'oxyde d'azote (NO), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), le sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S) et l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) ont été mesurés sur les trois sites. Cependant les valeurs concernant le H<sub>2</sub>S et le NH<sub>3</sub> sont pratiquement nulles. Toutes les concentrations de CO, NO, et SO<sub>2</sub> sont faibles par rapport aux valeurs limites et sont plus élevées à Tri postal. Le NO est 3,28 mg/m<sup>3</sup> à Tri postal, 1,05 mg/m<sup>3</sup> au Palais des sports et 1,1 mg/m<sup>3</sup> au terrain d'Abiaty. Les concentrations de NO sont plus élevées à Tri postal à cause des industries pétrolières et de gaz dans la zone de Vridi. En effet, Les émissions d'oxydes d'azote (monoxyde d'azote plus dioxyde d'azote) apparaissent dans toutes les combustions, à haute température, de combustibles fossiles (charbon, fuel, pétrole...) (Airparif, 2012, p.6). D'autres activités telles que la fabrication de ciment, les industries chimiques et la production de plastique sont également présentes. Ces activités industrielles sont bien connues pour être la principale source d'émissions anthropiques d'oxydes d'azote dans l'atmosphère (Bahino, 2018, p.11). Les résultats en SO<sub>2</sub> à Tri postal (8,58 mg/m<sup>3</sup>) sont supérieurs à ceux de Bahino (1,9 mg/m<sup>3</sup>) dans cette même zone. La concentration de SO<sub>2</sub> est plus élevée à Tri postal qu'au niveau des autres sites. Les concentrations de SO<sub>2</sub> les plus élevées sont observées dans les zones de trafic dense et dans les zones industrielles. Il convient de noter que les entreprises de raffinage situées dans la zone industrielle de Vridi ne disposent pas encore d'unités de désulfuration (Bahino, 2018, p. 11). Ce type d'unité de production peut constituer une source importante de SO<sub>2</sub> (Bahino, 2018, p. 11). Les industries, notamment les raffineries de pétrole, contribuent quant à elles à d'importants rejets en dioxyde de soufre. Cet usage accru de charbons et de lignite riches en soufre de nos jours cause un surcroît de pollution atmosphérique qui atteint aujourd'hui des dimensions catastrophiques tant en Europe centrale qu'en Chine populaire (Zhao et Sun, 1986, p.373).

Quant au monoxyde de carbone (CO), toutes les concentrations sont faibles par rapport aux valeurs limites. Toutefois celles de Tri postal sont plus élevées que les autres sites. Cela serait lié à la présence d'industries tels que PETROCI, GESTOCI, CIMAF et au fort trafic des véhicules de cette zone. Le CO provient principalement de combustions incomplètes (gaz, charbon, fioul ou bois). Le CO est aussi un gaz précurseur de l'ozone et du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), gaz à effet de serre.

Les principales sources d'émissions sont le secteur industriel (métallurgie des métaux ferreux pour 38 % des émissions totales en 2011), et le chauffage résidentiel (34% des émissions en 2011). La contribution du secteur routier est désormais relativement faible (5% en 2011 en France selon PREV'AIR, Plate-forme nationale de prévision de la qualité de l'air).

L'ammoniac  $\text{NH}_3$  et le sulfure d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{S}$ ) sont inexistantes dans les trois sites de mesure de la qualité de l'air. A Tri Postal, Bahino (2018) a trouvé une concentration de  $19,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  d' $\text{NH}_3$ . Ce résultat est différent du nôtre. Cela pourrait s'expliquer par la période de mesure et les paramètres météorologiques. Les études réalisées par Bahino (2018) se sont déroulées au cours de la grande saison sèche. La température quotidienne variait entre  $25$  et  $29^\circ\text{C}$ , tandis que l'humidité relative moyenne était d'environ  $78\%$ , avec un maximum de  $92\%$  pendant cette période. En outre, cette période était particulièrement sèche, avec seulement deux jours de pluie et des précipitations cumulées totales de  $32$  mm. Le profil de la forêt est présenté de manière à favoriser la prédominance des vents du sud-ouest (SO) et du nord-nord-est (NNE). La vitesse du vent présente des valeurs comprises entre  $1$  et  $9$  ms/1, avec une moyenne de  $2,75 \pm 0,6$  ms/1. Tandis que, la première campagne de cette étude s'est réalisée d'abord en Juillet 2018, caractérisée d'une part, par la grande saison des pluies, de mai à juillet, et d'autre part, par de très fortes nébulosités, des pluies fréquentes et abondantes, et souvent longues (24 heures ou plus), sous forme de pluies continues modérées à fortes. Ensuite, une autre campagne s'est effectuée dans les mois de Novembre, marquée par la petite saison des pluies, d'octobre à novembre, caractérisée par une température et une tension de vapeur d'eau très élevée. Enfin, la dernière dans le mois de Décembre marquée par la grande saison sèche, de Décembre à Avril, caractérisée par un ciel très nuageux et brumeux, le matin, dégagé et ensoleillé, le reste de la journée. La tension de vapeur d'eau est forte car les effets de l'Harmattan sont moins marqués. Les précipitations sont rares. Cependant avec le dérèglement climatique, toutes ces campagnes ont été bien arrosées par des précipitations. Les rares jours ensoleillés ont été utilisés pour faire les mesures de la qualité de l'air. Souvent dès le matin, le temps bien ensoleillé se terminait par un temps nuageux. Alors l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) et le sulfure d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{S}$ ) atmosphérique des zones de mesure auraient été lessivés par les différentes précipitations. Ces polluants gazeux ont dû réagir avec l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ) pour donner des substances acides contribuant ainsi aux pluies acides. C'est cela qui explique l'absence de ces polluants gazeux dans l'atmosphère des trois sites de mesure. La zone industrielle de Treichville est avec celle de Port-Bouët, l'une des deux principales sources de pollution atmosphérique industrielle quant à leurs émissions de  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , COV et matières particulaires (TESCULT, 2007, p.3-2). Cela vient confirmer le niveau élevé de la concentration des particules et la présence du  $\text{CO}$  dans les émissions des zones concernées par l'étude

## 5. CONCLUSION

En définitive, cette étude vient compléter l'étude de Bahino (2018) car en plus de travailler sur les  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  et  $\text{HNO}_3$ , elle prend en compte les particules  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{PM}_{10}$  et TSP provenant des zones industrielles ou des zones voisines des zones industrielles selon la direction du vent à Abidjan Sud.

Au cours de cette évaluation de la qualité de l'air sur ces différents sites, il ressort que les concentrations élevées des matières particulaires ( $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{PM}_{10}$ , TSP) sont plus élevées que les valeurs limites de rejet. Tandis que les autres polluants atmosphériques ( $\text{NO}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  et le  $\text{NH}_3$ ) semblent faibles car en deçà des valeurs limites indiquées par le Décret N°2017-125 du 22 février 2017 relatif à la qualité de l'air. Toutefois, ces concentrations ne doivent pas être sous-estimées car peuvent avoir des effets sur la santé des populations.

Abidjan est la capitale économique de la Côte d'Ivoire offrant de nouveaux défis économiques. Le nouveau schéma directeur d'urbanisme de la ville prévoit son extension et la construction de nombreux types d'infrastructures. Cela ne fera qu'aggraver les problèmes environnementaux et sanitaires surtout si l'on ne tient pas compte des normes environnementales prescrites par les normes nationales et conventions internationales. Un réseau de surveillance de la qualité de l'air rigoureux devrait être mis en place afin de mieux contrôler les émissions de polluants et d'étudier l'impact sur la santé de la population sans cesse croissante en Côte d'Ivoire. Une réglementation rigoureuse et complète devrait être mise en place pour assurer une gestion efficace de la qualité de l'air.

**Reconnaissance :** Au terme de cette étude, nous voudrions exprimer notre gratitude au Centre Ivoirien Anti- Pollution (CIAPOL) précisément le Laboratoire Central de l'Environnement (LCE) pour son soutien, sa collaboration et son appui lors de la réalisation des prises de mesures concernant l'évaluation de la qualité de l'air et l'obtention de ces résultats.

## 6. REFERENCES

1. Abigail RL. Maladies liées à la pollution de l'air. Denver: Merck Sharp & Dohme Corp; 2018.
2. Bahino J, Yoboué V, Galy-Lacaux C, Evans M, et al. Study of gaseous pollutants' measurement ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HNO}_3$  and  $\text{O}_3$ ) in Abidjan, Côte d'Ivoire: contribution to an overview of gaseous pollution in African cities. *Atmos Chem Phys*. 2018; 18:1-26. Available from: [www.atmos-chem-phys.net/18/1/2018](http://www.atmos-chem-phys.net/18/1/2018)
3. Brunekreef B, Holgate ST. Air pollution and health. *Lancet*. 2002;9341:1233-42.
4. Dietrich DF. Pollution de l'air et santé, Aperçu des effets de la pollution atmosphérique sur la santé. Berne: Office fédéral de l'environnement; 2014.
5. Kablan NH, Kouakou NN. Impact environnemental de la zone industrialo-portuaire (zip) d'Abidjan. *Eur Sci J*. 2013;35:206-221.
6. Keïta L. Le drame silencieux de Vridi. 24 Heures. 2004 Sep 29;770.
7. Senez JC. Le phosphore en écologie marine. *Rev Int Oceanogr Med*. 1992;107-108:3-15.

8. Rodriguez JA, Hrbek J. Interaction of sulfur with well 45 defined metal and oxide surfaces: Unraveling the mysteries behind catalyst poisoning and desulfurization. *Acc Chem Res.* 1999; 32:719-28.
9. Krzyzanowski M, Cohen A. Update of WHO air quality guidelines. *Air Qual Atmos Health.* 2008;1:7-13.
10. AIRPARIF. Étude de la Qualité de l'air dans l'ancien dépôt de bus RATP de Lagny, rue des Pyrénées (Paris XXème). Paris: AIRPARIF; 2012.
11. Doumont D, Libion F. Impact sur la santé des différents polluants : quels effets à court, moyen et long terme? Bruxelles: Université Catholique de Louvain; 2006.
12. Tecsalt International. Étude pour l'installation de pollumètres et réseau de mesure de la qualité de l'air à Abidjan. Rapport final. 2007.
13. OUNDI. Nouvelle politique industrielle de La République de Côte d'Ivoire, phase I: Diagnostic du secteur Industriel et du cadre institutionnel. Vienne: OUNDI; 2012.
14. Yao-Assahi AI. Risques industriels à Abidjan Sud: approche géographique [thèse]. Abidjan: Université Félix Houphouët Boigny; 2021.
15. Eeckhout LV. La pollution du transport maritime plus dangereuse que celle du transport automobile. *Le Monde* [Internet]. 2015 [cited 2019 Oct 23]. Available from: <https://www.lemonde.fr/Planete/15/092017>
16. René de Cotret L. Pollution de l'air : des effets sur la santé. UNICEF [Internet]. 2006 [cited 2019 Oct 22];290. Available from: [www.passeportsante.net](http://www.passeportsante.net)
17. Yao-Assahi A I N, Anoh K P, industries et urbanisation à Abidjan sud (Abidjan-Côte d'Ivoire), REGARDSUDS, 2019, 2, 21-33



How to cite this article: **Akoissi Ida Natacha YAO-ASSAHI, Agness Essoh Jean Eudes Yves GNAGNE, Kouassi Paul ANOH et OSSEY Bernard Yapo.** ÉVALUATION DES NIVEAUX DE POLLUTION ATMOSPHERIQUE DANS LES ZONES INDUSTRIELLES D'ABIDJAN SUD : CONCENTRATIONS DE PARTICULES FINES ET AUTRES POLLUANTS MAJEURS. *Am. J. innov. res. appl. sci.* 2024; 20(1): 14-25. DOI: 10.5281/zenodo.14567419

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>