

Impact des émissions atmosphériques industrielles (CO₂) sur la qualité de l'air ambiant dans la région d'Arzew, Algérie

S. Naili^{1*}, A. Morsli¹

¹ *Département de Génie Chimique, Faculté de Chimie, Université des Sciences et Technologies Mohamed Boudiaf, Oran, Algérie.*

***Corresponding Author; Email: nailisaid66@gmail.com;**

Received 14 October 2021, Revised 01 December 2021, Accepted 20 December 2021

Résumé : Les principaux objectifs étaient d'identifier la source et d'évaluer le niveau de pollution atmosphérique, conformément à la législation et aux normes nationales et internationales relatives à la qualité de l'air ambiant. Ce travail a porté sur l'impact des émissions de dioxyde de carbone (CO₂) générées par les activités industrielles de raffinage du pétrole, de traitement du gaz naturel liquéfié et de pétrochimie, sur la qualité de l'air ambiant dans la région d'Arzew, Algérie en 2017. L'étude a révélé que la concentration annuelle moyenne de CO₂ ne dépassait pas la valeur limite recommandée par la norme européenne EN 13779. Cette étude a également démontré que les niveaux de teneur en CO₂ dépendaient des taux d'émission industriels et des saisons météorologiques, atteignant leur maximum en été principalement à cause des conditions météorologiques relativement stables.

Mots clés : Pollution atmosphérique, Qualité de l'air, Dioxyde de carbone, Activités industrielles

Abstract: The main objectives were to identify the source and assess the level of air pollution, in accordance with national and international legislation and standards relating to ambient air quality. This work focused on the impact of carbon dioxide (CO₂) emissions generated by industrial activities of petroleum refining, liquefied natural gas processing and petrochemicals, on the quality of ambient air in the region of Arzew, Algeria in 2017. The study revealed that the average annual CO₂ concentration did not exceed the limit value recommended by the European standard EN 13779. This study also demonstrated that the CO₂ content levels depended on the emission rates industrial and weather seasons, peaking in summer mainly due to relatively stable weather conditions.

Keywords: Air pollution, Air quality, Carbon dioxide, Industrial activities

1. Introduction

La pollution atmosphérique est l'un des problèmes environnementaux les plus dangereux qui affecte la santé des personnes de diverses manières. Une exposition à long terme à des niveaux élevés de pollution atmosphérique entraîne des problèmes de santé cardiovasculaire, respiratoire, génésique et neurologique et entraîne la mort de nombreuses personnes dans le monde, en particulier des enfants. L'émission de polluants gazeux dans l'atmosphère dégrade la qualité de l'air ambiant, entraînant brouillard, visibilité réduite et dommages causés à des matériaux de grande valeur culturelle tels que des statues et des monuments. Cette dégradation de la qualité de l'air que nous respirons est qualifiée de pollution, de gaz nocifs dans l'atmosphère dépassant leur limite naturelle. La pollution atmosphérique est le résultat de multiples facteurs anthropiques, notamment industriels. La pollution atmosphérique, en particulier des émissions provenant de l'industrie du pétrole et du gaz, y compris les activités minières, le raffinage, le stockage, le transport entre différentes installations de stockage et le ravitaillement en carburant, est complexe [1,2]. La pollution atmosphérique est un problème de santé généralisé associé à des symptômes respiratoires et peut contribuer au développement de la maladie pulmonaire obstructive chronique avec une sensibilité accrue chez les enfants, les adultes plus âgés et les personnes souffrant de maladies cardiaques et pulmonaires [3,4]. La pollution atmosphérique affecte l'intégrité de l'homme et des écosystèmes en fonction de la dose et du temps d'exposition, et est causée par des sources fixes et mobiles issues de multiples secteurs d'activité humaine tels que l'industrie, le secteur résidentiel, les transports, l'agriculture et peut se manifester par exemple par la présence de CO₂ dans l'atmosphère [5]. L'impact de l'augmentation des concentrations de CO₂ [6-9] dans l'atmosphère sur la biosphère comprend la modification de l'étendue des espèces, des activités saisonnières, des schémas de migration et des abondances, ainsi que des modifications des interactions entre les espèces. La tendance à la croissance rapide des industries liées aux hydrocarbures est un facteur potentiel de pollution de l'air et son impact négatif sur la santé publique et l'environnement est un problème sérieux qui ne peut être sous-estimé [10,11].

2. Expérimental

2.1. Description du site d'échantillonnage

Cette étude a été réalisée en 2017 dans la zone industrielle d'Arzew, dans la région d'Oran, au nord-ouest de l'Algérie (coordonnées géographiques : Latitude - 35 ° 47'57,81 'N et Longitude - 0 ° 14'33,85' O), à l'altitude de 54 mètres, comme le montre la [figure 1](#). D'une superficie de 2700 hectares, cette zone s'étend sur 12 km le long de la baie d'Arzew. Le

pôle industriel d'Arzew est un emplacement stratégique de choix pour les activités industrielles liées aux hydrocarbures telles que le traitement et la liquéfaction du gaz naturel, le raffinage du pétrole brut et la pétrochimie [1,2]. La zone industrielle d'Arzew, située en bordure du littoral est sous l'influence du climat Méditerranéen, avec une alternance de deux saisons. La période estivale, la plus longue est chaude, généralement sèche. En revanche, la période hivernale est froide avec des précipitations irrégulières et parfois fortes mais de courte durée [12].



Figure 1. Localisation géographique du site de mesure.

2.2. Paramètres météorologiques sur le site d'échantillonnage

Les niveaux de ce type de pollution dépendent des conditions météorologiques telles que la stabilité de la couche limite atmosphérique, la vitesse et direction du vent, la température, l'humidité, la turbulence, les précipitations, la topographie...etc. [13]. Ces facteurs contrôlent le transport, la répartition et les impacts de ces polluants sur la qualité de l'air ambiant. Certains des paramètres qui caractérisent le climat, tels que la vitesse du vent, la direction du vent, l'humidité, les précipitations et la température dans la zone d'étude ont été examinés dans cette étude. Ces paramètres ont été évalués par la station météorologique d'Arzew (Office météorologique national) au cours de la période de mesure. La distance entre la station météorologique et le site de surveillance de la qualité de l'air est de 900 m. Le tableau 1 présente les paramètres météorologiques enregistrés lors de cette étude.

Tableau 1. Moyennes saisonnières des paramètres météorologiques en 2017

Saisons	Température (°C)	Vitesse du vent (m/s)	Direction du vent (fréquence)	Humidité (%)	Pluviométrie (mm)
Hiver	17	20.6	NNE	73	66
Printemps	24.7	13.9	NE	59	7.5
Été	30.7	11.6	NE	58	3.7
Automne	20.7	10.6	NE	60	25.7

2.3. Échantillonnage et méthodes de mesure

Le système de surveillance de la qualité de l'air ambiant a été fabriqué par Environment S.A. Ce système est composé de plusieurs transducteurs et analyseurs utilisant diverses techniques d'instrumentation. La station de mesure a fonctionné 24 heures par jour pendant 12 mois. L'échantillonnage et l'analyse ont été effectués automatiquement et les données ont été ensuite transférées à la station de données. Le CO₂ est mesuré par la méthode de corrélation infrarouge en utilisant le modèle d'analyseur CO12M. La métrologie est basée sur le principe de l'absorption infrarouge, selon la loi de Beer-Lambert. La concentration de CO₂ dans l'échantillon de CO₂ est déterminée en mesurant la quantité de lumière infrarouge absorbée par le gaz échantillon. Le spectre d'absorption du CO₂ est caractérisé par une bande vers 2141 cm⁻¹. La méthode de mesure normalisée ISO 4224 par l'analyseur CO12M permet de mesurer en continu la concentration de CO₂ de l'air ambiant.

3. Résultats et discussions

La figure 2 montre l'évolution mensuelle de la teneur en CO₂ de l'atmosphère dans la zone industrielle d'Arzew au cours de l'année 2017. Les concentrations moyennes mensuelles les plus élevées ont été observées au cours du mois de juillet (436 mg/m³), août (508 mg/m³) et septembre (402 mg/m³). Les concentrations élevées enregistrées durant la saison estivale sont dues principalement aux conditions météorologiques défavorables pour la dispersion des éléments polluants à cause des précipitations raretés et des vents faibles ainsi que par le facteur d'intensité d'émission de CO₂ résultant de complexes industriels. La hausse des concentrations moyennes mensuelles de CO₂ enregistrée, s'explique principalement par certains dysfonctionnements dans les procédés de traitement industriel, qu'ils soient dus par la

transformation et liquéfaction du gaz, le raffinage du pétrole ou la synthèse pétrochimique, avec une corrélation de certains paramètres météorologiques déjà mentionné.

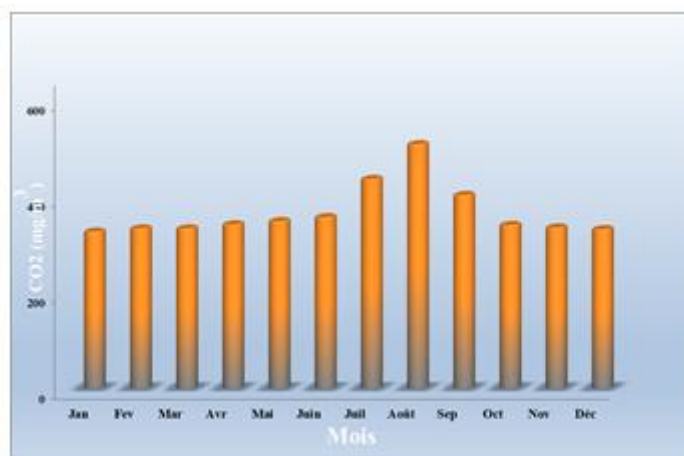
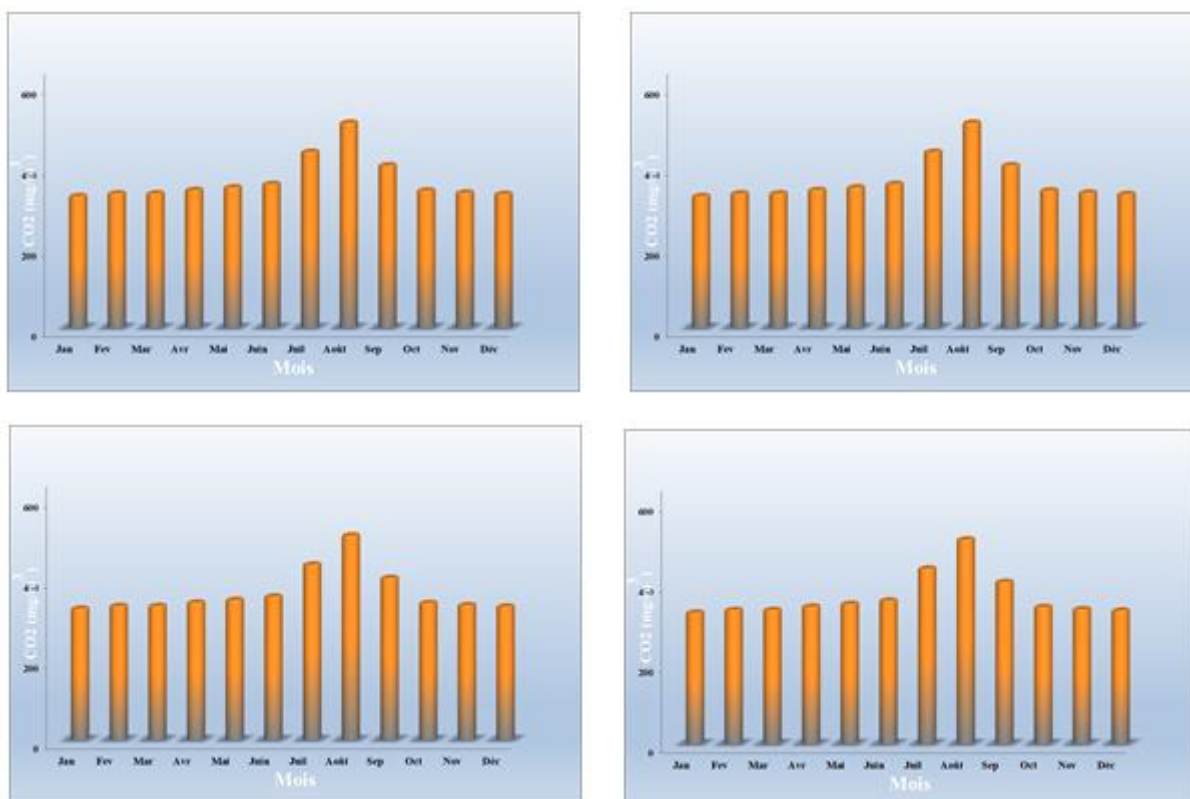


Figure 2. Variations mensuelles moyennes de la teneur en CO₂ en 2017.

La [figure 3](#) montre la variation saisonnière de la teneur en dioxyde de carbone dans air ambiant au niveau du pôle industriel d'Arzew en 2017. La concentration de CO₂ a atteint un niveau très élevé pendant la saison estivale (449 mg/m³), tandis que les concentrations pendant les autres saisons étaient relativement faibles de l'ordre de 335 mg/m³ à l'automne, 348 mg/m³ en printemps et 331 mg/m³ en hiver.



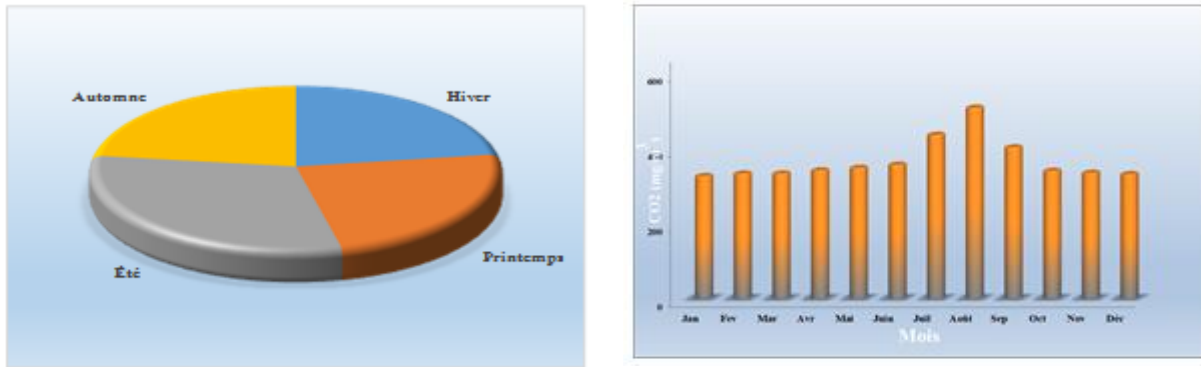


Figure 3. Variations saisonnières moyennes de la teneur en CO₂ en 2017.

Les concentrations élevées enregistrées pendant l'été, notamment dans les mois d'août (508 mg/m³) et de juillet (436 mg/m³), sont principalement dues aux augmentations de l'intensité des émissions du gaz de CO₂ dans l'atmosphère résultant d'émissions d'activités industrielles, en particulier celles liées au secteur de la transformation et de la liquéfaction du gaz naturel (GNL), en plus de la saison sèche qui coïncide avec l'été local, où cette saison est caractérisée par une pluviométrie réduite et des vents relativement faibles (une moyenne 11,6 m/s) et peu fréquents avec la haute de la température (une moyenne 30,7 °C) favorisant ainsi la stagnation et la saturation de l'air par les concentrations de CO₂ dans l'atmosphère.

La [figure 4](#) montre la variation journalière de la teneur en CO₂ dans l'air ambiant. Les courbes de la variation journalière des concentrations moyennes de CO₂ ont été caractérisées par une forte concentration dans les mois d'été, notamment les journées de mois d'août et juillet. Les concentrations moyennes journalières des CO₂ ont atteint plusieurs concentrations maximales (12 reprises), où elles dépassaient 500 mg/m³ durant le mois d'août. Des profils des moyennes quotidiennes observées pour le CO₂ pendant les mois d'automne étaient relativement basses (variait de 355 mg/m³ à 327 mg/m³ en moyenne journalière), tandis les valeurs des concentrations les plus faibles du CO₂ ont été enregistrées pendant les journées des mois d'hiver, notamment au mois de janvier (maximum de 334 mg/m³ en moyenne journalière).

Les résultats des variations saisonnières, mensuelles et journalières des concentrations de CO₂, mesurées par la station de contrôle de la qualité de l'air pendant la période de mesure, indiquant une légère variation des concentrations de CO₂ sur le site de mesure, à l'exception de la saison estivale où des concentrations très élevées ont été enregistrées pendant la plupart des jours d'été.

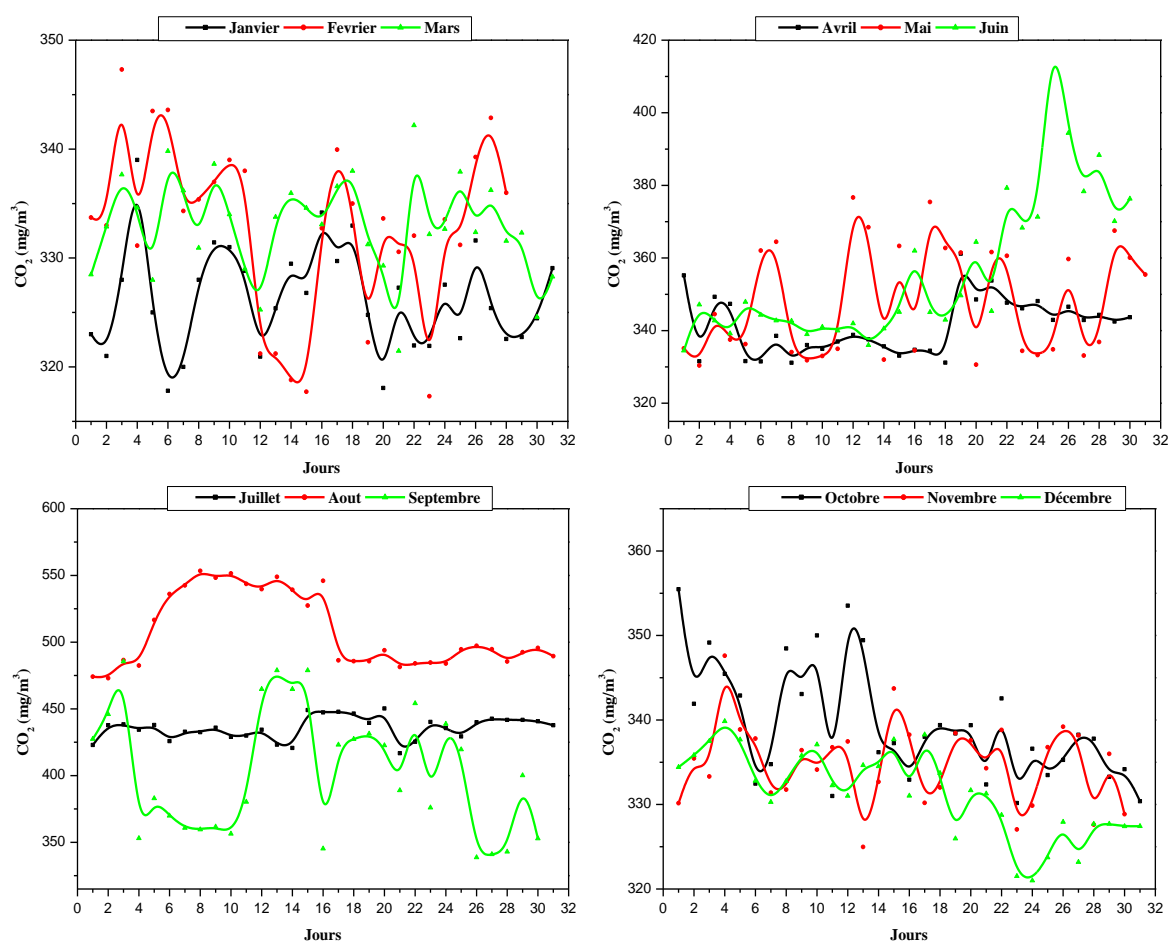


Figure 4. Variations journalières moyennes de la teneur en CO₂ en 2017.

Cette augmentation est importante sur le site de mesure, qui est proche des sources d'émissions, qu'elles soient ponctuelles (rejet de polluants par des cheminées ou des torches) ou fugitives (fuites accidentelles de canalisations ou de stockages) représentées dans les activités industrielles de traitement du gaz naturel et de raffinage du pétrole et des pétrochimiques [1,2,14]. Elle est plus forte durant les mois de juillet, août et septembre et beaucoup moins accentuée durant les autres mois. En fait, les concentrations les plus élevées ont coïncidé avec les mois de la saison estivale. Cette saison sèche est caractérisée par une faible vitesse du vent et rarement par des précipitations, ce qui favorise la stagnation et la saturation de l'air à des concentrations de dioxyde de carbone. La hausse des concentrations moyennes journalières de CO₂ enregistrée, notamment en août, s'explique par l'augmentation de l'intensité des émissions de CO₂ dans l'atmosphère. Cette situation est liée principalement à certains dysfonctionnements dans les procédés de traitement industriel, qu'elles soient dues par la transformation et liquéfaction du gaz, le raffinage du pétrole ou la synthèse

pétrochimique, avec une corrélation de certains paramètres météorologiques [1,2,14]. Avec ces conditions météorologiques, les émissions de gaz de CO₂, notamment celles issues de l'intensité des émissions industrielles, sont importantes et s'accumulent dans une couche atmosphérique de faible épaisseur engendrant des teneurs élevées dans l'air ambiant.

4. Conclusion

Les résultats présentés dans cette étude ont révélé un comportement saisonnier de la concentration en CO₂, avec des valeurs maximales en été, notamment en août et des valeurs de référence pour le reste de l'année. Cette caractéristique est principalement liée à la période de sécheresse dans la région d'Arzew. La forte concentration de dioxyde de carbone durant la saison estivale dans la zone industrielle d'Arzew est principalement due aux conditions météorologiques dans cette région avec de fortes émissions atmosphériques provenant du traitement des hydrocarbures.

En général, la teneur annuelle moyenne en dioxyde de carbone mesurée au niveau de la plateforme de la zone industrielle d'Arzew en 2017 était relativement basse (environ 366 mg/m³) par rapport à la valeur indicative (400 mg/m³) recommandée par la norme européenne EN 13779. Ainsi, nous pouvons conclure que la qualité de l'air ambiant dans le pôle industriel d'Arzew est supérieure à l'objectif de qualité de l'air fixant la teneur en CO₂, conformément à la norme EN 13779. Ce résultat réduit considérablement les risques pour la santé de la population en ce qui concerne les maladies respiratoires et les autres problèmes causés par la pollution de l'air en milieu industriel.

Remerciements

Les auteurs remercient les responsables du département de la surveillance de la pollution atmosphérique d'avoir fourni toutes les données et informations sur la qualité de l'air ambiant au niveau de la plateforme de la zone industrielle d'Arzew. Les auteurs expriment également leur gratitude au bureau météorologique national d'Arzew pour avoir fourni les données météorologiques utilisées dans cette étude.

REFERENCES

1. Naili S, Morsli A. "Impact of industrial atmospheric emissions on ambient air quality in Arzew area, Algeria" *Maghrebian Journal of Pure and Applied Science*. 17 (2021) 31- 36.
2. Naili S, Morsli A. "Impact of industrial atmospheric emissions on ambient air quality in the region of Arzew (north-western Algeria)" *International Journal of Environmental Studies*. 77 (2020) 1-13.

3. Gotschi T, Heinrich J, Sunyer J, Kunzli N. "Long term effects of ambient air pollution on lung function: a review" *Epidemiology*. 19 (2008) 690-701.
4. Brunekreef B. "Air pollution and health effects" *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 17 (2007) 61-65.
5. Ren C, Tong S. "Health effects of ambient air pollution" *Environmental Health*. 7 (2008) 11-56.
6. Assareh E, Nedaei M. "A metaheuristic approach to forecast the global carbon dioxide emissions" *International Journal of Environmental Studies*. 75 (2017) 99-120.
7. Niknia I, Yaghoubi M, Hessami R. "A novel experimental method to find dust deposition effect on the performance of parabolic trough solar collectors" *International Journal of Environmental Studies*. 69 (2012) 233-252.
8. Gomes J, Nascimento J, Rodrigues H. "Developing a local carbon dioxide emissions inventory based on energy demand and waste production" *International Journal of Environmental Studies*. 64 (2012) 347-355.
9. Sengul M, Francis C.G, Elkadi M, Pillay A.E. "The contribution of CO₂ emissions to environmental stress in the Middle East: challenges and potential solutions" *International Journal of Environmental Studies*. 66 (2014) 705-722.
10. Matejicek L. "Spatial modelling of air pollution in urban areas with GIS: A case study on integrated database development" *Advances in Geosciences*. 4 (2005) 63-68.
11. Hina S, Zahid M, Baloch I.H, Pasha T.S. "Environmental impacts of Quaid-e Azam industrial estate on neighboring residential area in Lahore (Pakistan) " *Water Resource and Protection*. 3 (2011) 182–185.
12. Kacemi M. "Protection du littoral en Algérie entre politiques et pouvoirs locaux : le cas du pôle industriel d'Arzew (Oran- Algérie)" *Revue en sciences de l'environnement*. 17 (2006) 3.
13. Seaman N.L. "Meteorological modeling for air-quality assessments" *Atmospheric Environment*. 34 (2000) 2231-2259.
14. Medjahed B, Naili S, Bouzit M. "Experimental study of the impact of pollutants on air quality in the urban cite" *Journal of Materials and Environmental Science*. 8 (2017)144-153.

(2021);<http://revues.imist.ma/?journal=mjpas&page=index>