



En ligne

<https://www.atrss.dz/ajhs>


Article Original

Influence de la pandémie du COVID-19 sur la pollution par le dioxyde d'azote dans la ville d'Oran, Algérie

Influence of the COVID-19 pandemic on nitrogen dioxide pollution in the city of Oran, Algeria

RAHAL Farid ^{1,2}, REZAK Salima ^{1,3}, BENABADJI Nouredine ^{1,4}

¹ Département d'Architecture, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran - Mohamed BOUDIAF

² Laboratoire des Sciences, Technologie et Génie des Procédés, USTO-MB

³ Laboratoire de Chimie des Matériaux Inorganiques et Applications, USTO-MB

⁴ Laboratoire d'Analyse et d'Application des Rayonnements, USTO-MB

RESUME

Introduction et objectifs : La pandémie du COVID-19 a eu un impact significatif sur la pollution atmosphérique dans le monde. En effet, la concentration des principaux polluants atmosphériques a diminué en raison de la baisse des activités consommatrices de combustibles fossiles et polluantes. Parmi ces polluants, le dioxyde d'azote (NO₂) représente un indicateur majeur de la qualité de l'air. Nous avons observés ce même phénomène dans la ville d'Oran en Algérie qui a connu, durant les mois d'Avril et de Mai 2020, un confinement strict pour limiter la propagation du COVID-19. L'objectif de ce travail est d'évaluer l'évolution de la pollution par le NO₂ dans la ville d'Oran pendant et après le confinement lors de deux campagnes de mesure. **Méthodes :** Le niveau de pollution par le NO₂ a été mesuré pendant ces 2 campagnes, grâce au système APOMOS (Air Pollution Monitoring System) que nous avons développé. Ce montage électronique est équipé du capteur électrochimique MICS-6814 ainsi que d'un module GPS (Global positioning system) permettant la géolocalisation des points de mesure. **Résultats:** Le système d'information géographique (SIG) que nous avons également développé a facilité l'analyse et la cartographie des résultats qui montrent une tendance baissière de la pollution par le NO₂ pendant le confinement à Oran. **Conclusion :** Cette étude confirme l'impact du trafic routier sur la pollution par le NO₂ notamment dans l'hyper centre de la ville d'Oran.

MOTS CLES : Pollution atmosphérique, Dioxyde d'azote, COVID-19, APOMOS, Oran, Pandémie.

ABSTRACT

Introduction and objectives: The COVID-19 pandemic has had a significant impact on air pollution around the world. Indeed, the concentration of major air pollutants decreased due to lower activities consuming fossil and and polluting fuels. Among these pollutants, nitrogen dioxide (NO₂) is a major indicator of air quality. We observed the same phenomenon in the city of Oran in Algeria, which experienced, during the months of April and May 2020, strict containment to limit the spread of COVID-19. The objective of this work is to assess the evolution of NO₂ pollution in the city of Oran during and after confinement during two measurement campaigns. **Methods:** The level of NO₂ pollution was measured during these 2 campaigns, using the APOMOS system (Air Pollution Monitoring System) that we developed. This electronic assembly is equipped with the MICS-6814 electrochemical sensor as well as a GPS module (Global positioning system) allowing the geolocation of measurement points. **Results:** The Geographic Information

System (GIS) that we have also developed has facilitated the analysis and mapping of results which show a downward trend in NO₂ pollution during confinement in Oran. **Conclusion:** This study confirms the impact of road traffic on NO₂ pollution, especially in the downtown of Oran city.

KEYWORDS: Air pollution, Nitrogen dioxide, COVID-19, APOMOS, Oran, Pandemic.

* Farid RAHAL. Tel.: +213 772437313.
Adresse E-mail: farid.rahal.dz@gmail.com

Date de soumission : 21/11/2020
Date de révision : 13/02/2021
Date d'acceptation : 13/03/2021

DOI : 10.5281/zenodo.4657587

Introduction

Depuis que l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a déclaré que la pandémie COVID-19 est une urgence de santé publique de portée internationale (USPPI), le 30 janvier 2020, une grande partie de la population mondiale a été confinée afin de réduire la transmission du COVID-19. Cette pandémie a changé le mode de vie des gens, causé d'importantes pertes d'emplois et menacé la subsistance de millions de personnes [1].

L'Algérie, comme d'autres pays du monde, n'a pas échappé à cette pandémie. Le premier cas signalé le 25 Février 2020 a été importé d'Italie [2]. Afin de limiter l'exposition au virus, des mesures de confinement partiel ont été imposées à certaines villes qui ont signalé le plus grand nombre de cas contaminés. De plus en plus de personnes ont été invitées à s'isoler ou à se mettre en quarantaine [3]. Le confinement est une mesure barrière utilisé pour briser la chaîne de transmission du virus lors d'une épidémie [4].

Ces mesures de confinement ont été imposées dans plusieurs autres pays afin de contrôler la propagation du COVID-19, pour atténuer son impact [5] et contribuer à l'aplatissement de la courbe épidémique. Ainsi, le confinement de la population, la réduction des transports publics et des activités économiques essentielles ont considérablement réduit le trafic routier. Par conséquent, les niveaux la pollution de l'air dans plusieurs villes du monde ont considérablement diminué [6-9].

Afin d'avoir une meilleure compréhension de ce phénomène, nous avons mesuré dans la ville d'Oran, les concentrations du dioxyde d'azote (NO₂), qui est un indicateur majeur de la qualité de l'air en zone urbaine et dont l'origine principale est le trafic routier [10].

Matériel et méthodes

La ville d'Oran est la deuxième plus grande ville d'Algérie. Elle est située au nord-ouest du pays avec une population estimée en 2015 à 1.026.900 habitants et un flux de trafic routier supérieur à 600 UVP / h (unité de véhicule particulier) à l'heure de pointe du soir sur les routes principales de la ville [11]. Le premier cas de COVID-19 à Oran a été signalé le 19 mars 2020. La ville a connu différents paliers de confinement pendant les mois d'Avril à Juin 2020 [12] qui ont permis d'éviter une évolution exponentielle de la propagation du virus comme le montre la figure 1.

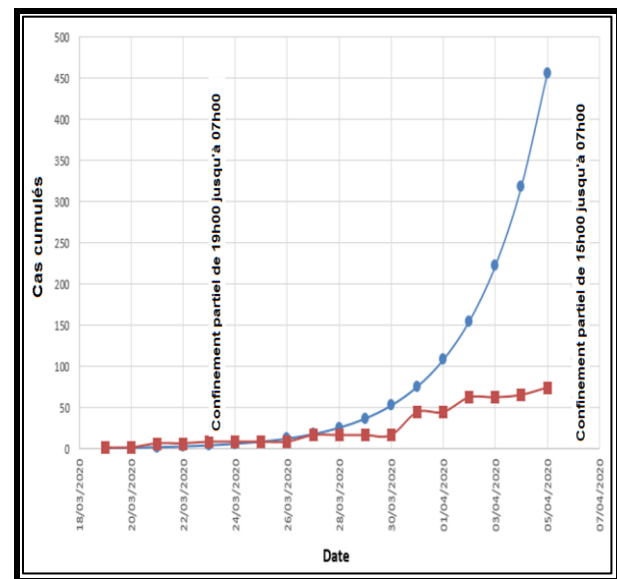


Figure 1 : Comparaison entre les cas simulés avec le modèle SIR et les cas observés enregistrés par le MSPRH à Oran de Mars à Avril 2020.

Source : [13]

Des mesures de concentrations de NO₂ ont été effectuées à Oran, toutes les 15 minutes pendant une journée ouvrable, en différents points qui sont situés dans l'hyper-centre, au centre-ville et en périphérie de la ville. La localisation de ces points est montrée par la figure 1.

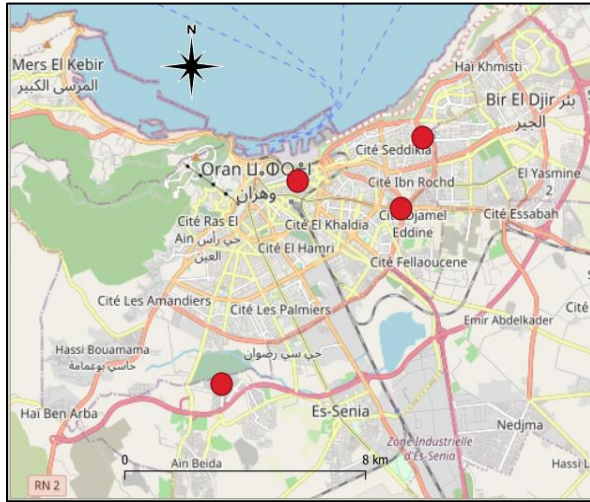


Figure 2 : Localisation des points de mesure des concentrations de NO₂ dans la ville d'Oran, réalisés pendant et après le confinement du COVID-19.

Les mesures ont été prises avec le montage électronique que nous avons développé, appelé APOMOS (air pollution monitoring system), qui a été placé à hauteur humaine. Ce système comporte plusieurs modèles dédiés à différents polluants. Le modèle utilisé dans cette étude est équipé principalement du capteur électrochimique MICS-6814 ainsi que d'un récepteur GPS (global positioning system) de type NEO-6M. La figure 3 montre le montage en fonctionnement.



Figure 3 : Le modèle du système APOMOS pour mesurer les concentrations du NO₂

Le capteur MICS-6814 allie la chimie des MOS (Métal-Oxyde-Semiconducteur) à un microsystème électromécanique MEMS (Microelectromechanical systems). Le cœur du dispositif de détection réagit rapidement aux variations de concentration du dioxyde d'azote et peut détecter des concentrations allant jusqu'à 10 ppm.

L'analyseur a été positionné de manière à permettre l'accès de l'air ambiant au capteur électrochimique mais en veillant à le protéger contre les poussières qui pourraient altérer la prise de mesure.

Les capteurs électrochimiques de la qualité de l'air ont le potentiel de combler le vide laissé par la surveillance conventionnelle de la pollution atmosphérique qui fait défaut dans la ville d'Oran. En effet, le coût et la taille des capteurs de la pollution atmosphérique ne cessent de diminuer, ce qui signifie qu'il est désormais possible d'utiliser des analyseurs de la pollution de l'air portables et peu coûteux [14].

Résultats

L'observation de l'évolution des concentrations du NO₂ en différents points de la ville d'Oran a été réalisée à travers 2 campagnes de mesure. La première pendant le confinement sévère qu'a connu Oran au mois d'Avril 2020, et la seconde après la levée des restrictions majeures imposées par confinement dû à la pandémie du COVID-19, au mois de Septembre 2020. Les concentrations moyennes du NO₂ enregistrées par le système APOMOS pendant et après le confinement dans la ville d'Oran, sont montrées par la figure 4.

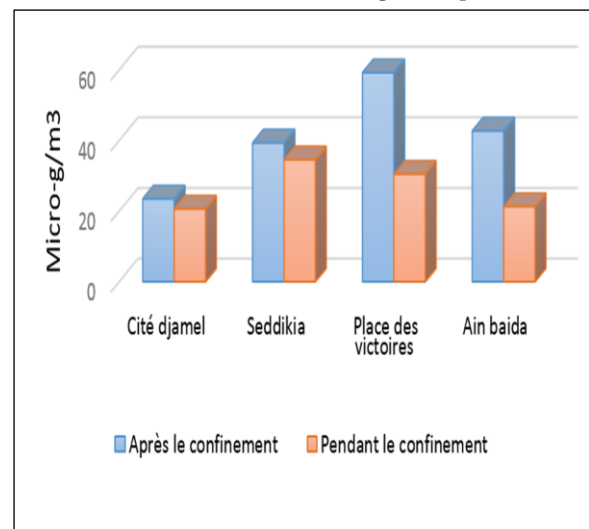


Figure 4 : Comparaison des concentrations moyennes du NO₂ pendant et après le confinement dans la ville d'Oran.

Les valeurs maximales les plus élevées des concentrations de NO₂ ont été enregistrées dans l'hyper-centre, à la Place des victoires ainsi qu'au sein du quartier Seddikia comme le présente la figure 5.

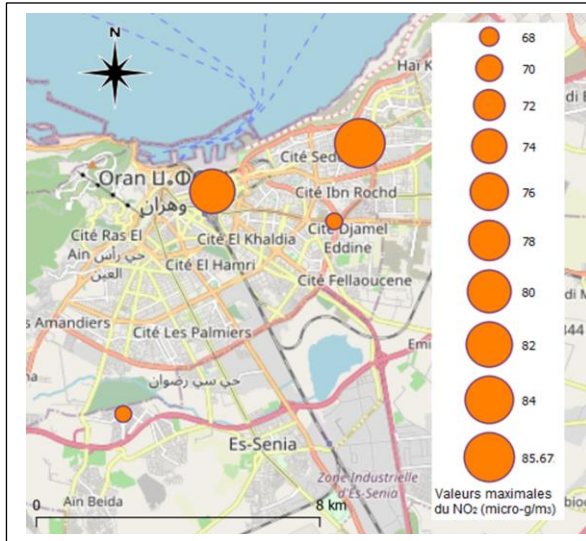


Figure 5 : Les valeurs maximales des concentrations de NO₂ enregistrées à Oran après le confinement.

En outre, l'étude statistique des valeurs maximales obtenus pendant et après le confinement ont montré une différence significative avec une probabilité critique (P-valeur) estimée à 0.001276.

Discussion

À l'instar d'autres villes dans le monde [15-18], Oran a connu une baisse significative des concentrations de NO₂ dans l'air en zone urbaine pendant le confinement du COVID-19. En effet, les 2 campagnes de mesures réalisées avec le système APOMOS montrent clairement cette diminution. La zone de l'hyper-centre au niveau de la Place des victoires a connu la baisse la plus importante mais aussi des valeurs maximales parmi les plus élevées enregistrées après le confinement. Cette zone connaît un trafic routier important et congestionné. En outre, la présence de nombreux bâtiments ne facilite pas le brassage des polluants. Ce qui n'est pas le cas de la zone de la Cité Djamel, dont le site dégagé, facilite la dispersion des polluants. Cette étude confirme ainsi la part de responsabilité dans la pollution par le NO₂, du trafic routier dont l'intensité a significativement baissé pendant le confinement.

S'il y'a moins de NO₂ dans l'air, l'ozone troposphérique sera moins dégradé par les oxydes d'azote. En effet, Rahal et al., 2020 [12], ont observé une augmentation de la concentration de l'ozone au niveau du sol dans la

ville d'Oran pendant le confinement du COVID-19. Ce même phénomène a été observé dans d'autres villes du monde comme le montre le Tableau 1.

Tableau 1 : Augmentation en pourcentage des concentrations d'ozone troposphérique pendant le confinement.

Source : [12, 19]

Ville	Augmentation de l'Ozone (%)
Oran	52
Nice	24
Rome	14
Turin	27
Valencia	2.4
Wuhan	36

La récente pandémie du COVID-19 a montré que les risques pour la santé sont accentués par la mauvaise qualité de l'air. En effet, il existe une corrélation étroite entre les régions où la pollution de l'air est importante et la diffusion du virus [20]. La combinaison entre la pollution de l'air et les conditions météorologiques avec une humidité relative élevée, une faible vitesse du vent et du brouillard, déclenche un décollage des infections virales [21].

Les risques liés à la pollution de l'air deviennent de plus en plus importants, d'où la nécessité d'une surveillance en continu de la qualité de l'air. Cette surveillance est dans un état déplorable dans les pays en développement [22], car elle nécessite des moyens financiers suffisants et durables qui ne sont pas toujours disponibles.

Les faibles coûts des composants du système APOMOS utilisé dans cette étude, permettent d'en produire plusieurs exemplaires pour évaluer la pollution atmosphérique. Cette solution est intéressante pour les pays en développement qui ne disposent pas de réseaux de mesure de la qualité de l'air et des budgets nécessaires à l'acquisition d'analyseurs conventionnels.

Conclusion

Au-delà de l'influence du confinement strict imposé par la pandémie COVID-19 sur la pollution par le NO₂ dans la ville d'Oran, c'est aussi l'impact du trafic routier sur ce type de pollution qui est mis en évidence par cette étude.

Malgré le fait que les taux de concentrations du NO₂ n'ont pas encore atteint des taux alarmants, il est important de noter que le nombre de véhicules ne cesse d'augmenter et par conséquent, des émissions polluantes de plus en plus importantes en zone urbaine.

Il devient urgent d'établir une stratégie de lutte contre la pollution atmosphérique, cependant l'absence de réseaux opérationnels de mesure en continu de la qualité de l'air en Algérie rend difficile d'établir un état des lieux réel sur cette pollution.

L'avènement des capteurs électrochimiques à bas coût est une alternative intéressante qui pourrait être rapidement mise en place. Le système APOMOS que nous avons développé et utilisé dans cette étude en montre la faisabilité.

Remerciements

Financement : Cette recherche n'a reçu aucun financement externe

Conflits d'intérêts : Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts

1. Références

1. Saadat, S., Rawtani, D., & Hussain, C. M. (2020). Environmental perspective of COVID-19. *Science of The Total Environment*, 138870. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.138870.
2. MSPRH. (2020). Ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme Hospitalière, Algérie. <http://COVID-19.sante.gov.dz>.
3. Moussaoui A, Auger P. (2020). Prediction of confinement effects on the number of covid-outbreak in Algeria. hal-02547128v2, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02547128v2>.
4. Badsı D, Terki K, Elkebir D, Benali D, Zitouni H, Mazour F, et al. (2020). Activités et situation épidémiologique Consultation Covid-19. EHU Oran.
5. Anderson, R. M., Heesterbeek, H., Klinkenberg, D., Hollingsworth, T. D. (2020). How will country-based mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic?. *The Lancet*, 395(10228), 931-934. doi: 10.1016/s0140-6736(20)30567-5.
6. Tobías, A., Carnerero, C., Reche, C., Massagué, J., Via, M., Minguillón, M. C., Querol, X. (2020). Changes in air quality during the lockdown in Barcelona (Spain) one month into the SARS-CoV-2 epidemic. *Science of the Total Environment*, 726, 138540. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.138540.
7. Nakada, L. Y. K., & Urban, R. C. (2020). COVID-19 pandemic: Impacts on the air quality during the partial lockdown in São Paulo state, Brazil. *Science of The Total Environment*, 730, 139087. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139087.
8. Mahato, S., Pal, S., & Ghosh, K. G. (2020). Effect of lockdown amid COVID-19 pandemic on air quality of the megacity Delhi, India. *Science of the Total Environment*, 730, 139086. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139086.
9. Otmani, A., Benchrif, A., Tahri, M., Bounakhla, M., El Bouch, M., Krombi, M. H. (2020). Impact of Covid-19 lockdown on PM₁₀, SO₂ and NO₂ concentrations in Salé City (Morocco). *Science of The Total Environment*, 735, 139541. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139541.
10. Costa, S., Ferreira, J., Silveira, C., Costa, C., Lopes, D., Relvas, H., Paulo Teixeira, J. (2014). Integrating health on air quality assessment—review report on health risks of two major European outdoor air pollutants: PM and NO₂. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 17(6), 307-340.
11. Rahal, F., Hadjou, Z., Blond, N., & Aguejdad, R. (2018). Croissance urbaine, mobilité et émissions de polluants atmosphériques dans la région d'Oran, Algérie. *Cybergeo: European Journal of Geography*. 850. doi: 10.4000/cybergeo.29111.
12. Rahal, F., Rezak, S., Benabadjı, N. (2020). Evaluation of the impact of the COVID-19 pandemic on photochemical pollution in urban areas. *Environmental Health Engineering and Management Journal*, 7(4).
13. Rahal F, Rezak S, Baba Hamed FZ. (2020). Impact of meteorological parameters on the Covid-19 incidence. The case of the city of Oran, Algeria. *J Clin Exp Invest*.
14. Gunawan, T. S., Munir, Y. M. S., Kartiwi, M., Mansor, H. (2018). Design and implementation of portable outdoor air quality measurement system using arduino. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 8(1), 280. doi: 10.11591/ijece.v8i1.pp280-290.
15. Bauwens, M., Compernelle, S., Stavrakou, T., Müller, J. F., Van Gent, J., Eskes, H., & Yu, H. (2020). Impact of coronavirus outbreak on NO₂ pollution assessed using TROPOMI and OMI observations. *Geophysical Research Letters*, 47(11), e2020GL087978.
16. Baldasano, J. M. (2020). COVID-19 lockdown effects on air quality by NO₂ in the cities of Barcelona and Madrid (Spain). *Science of the Total Environment*, 741, 140353.

17. Goldberg, D. L., Anenberg, S. C., Griffin, D., McLinden, C. A., Lu, Z., Streets, D. G. (2020). Disentangling the impact of the COVID-19 lockdowns on urban NO₂ from natural variability. *Geophysical Research Letters*, 47(17), e2020GL089269.
18. Hashim, B. M., Al-Naseri, S. K., Al-Maliki, A., Al-Ansari, N. (2020). Impact of COVID-19 lockdown on NO₂, O₃, PM_{2.5} and PM₁₀ concentrations and assessing air quality changes in Baghdad, Iraq. *Science of the Total Environment*, 754, 141978. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.141978.
19. Sicard, P., De Marco, A., Agathokleous, E., Feng, Z., Xu, X., Paoletti, E., Calatayud, V. (2020). Amplified ozone pollution in cities during the COVID-19 lockdown. *Science of The Total Environment*, 139542. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139542.
20. Sterpetti, A. V. (2020). Lessons learned during the COVID-19 virus pandemic. *Journal of the American College of Surgeons*, 230(6), 1092-1093. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2020.03.018.
21. Coccia, M. (2020). The effects of atmospheric stability with low wind speed and of air pollution on the accelerated transmission dynamics of COVID-19. *International Journal of Environmental Studies*, 1-27. doi: 10.1080/00207233.2020.1802937.
22. Kumar, A., Gurjar, B. R. (2019). Low-Cost Sensors for Air Quality Monitoring in Developing Countries—A Critical View. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, 16(2), 65-70. doi: 10.3