

POLLUTION ATMOSPHERIQUE PAR EMISSION DE GAZ D'ÉCHAPPEMENT DES VEHICULES

AHOUNOU AÏKPE F. J.¹, AVAGBO¹ J. M., GBAGUIDI M.A.², AGBODJOGBE W.
D¹.GBENOU J. D.¹, DANSOU P. H.¹.

1- Laboratoire de Physiologie de l'Effort (LAPEF) de l'Institut National de la Jeunesse, de
l'Education Physique et du Sport (INJEPS), Université de Porto-Novo 01, Bénin.

2- Ecole Polytechnique d'Abomey Calavi (EPAC), Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 2009
Cotonou, Bénin.

(*) Auteur Correspondant: Judith Fifamin AHOUNOU AÏKPE 01 BP 1857 Porto-Novo, Bénin
Tel : 00 (229) 97056160 / 95063696
Email: judifam@yahoo.fr

(Reçu le 23 Mars 2015 ; Révisé le 12 Juillet 2015 : Accepté le 22 Juillet 2015)

RESUME

La pollution atmosphérique a été pendant longtemps considérée comme un mal propre aux pauvres mais de nos jours, elle n'épargne ni pays africains, ni pays européens et devient un problème mondial de santé. L'objectif du présent travail est d'étudier la pollution atmosphérique engendrée par les gaz d'échappement dans la ville de Porto-Novo au Bénin. La quantification et la qualification des différents polluants ou particules émis par les véhicules d'une part, et la détermination du niveau de pollution de chaque particule d'autre part, nous ont permis d'atteindre l'objectif fixé. Les résultats obtenus montrent que l'environnement est fortement concentré en monoxyde de carbone et surtout en hydrocarbures. L'exposition à ces polluants présente d'effets néfastes sur la santé des populations. Elle provoque des milliers de décès prématurés par an et aggrave ainsi la morbidité.

Mots clés : Pollution, monoxyde de carbone, hydrocarbure, santé.

ABSTRACT

The air pollution was during considered a long time like a pain clean to the poor people but now a days, it doesn't save African countries, nor European countries and becomes a world problem of health. The objective of the present work is to study the air pollution generated by the gases of exhaust in the city of Porto-Novo to Benin. The quantification of the different pollutants or particles given out on the one hand by the vehicles, and the determination of the level of the pollution of every particle on the other hand, allowed us to reach the fixed objective. The gotten results show subject to a longitudinal survey that the environment in what we live is concentrated strongly in carbon monoxide and especially in hydrocarbons. He/it is therefore evident from these results that the exhibition to this pollutes even to a short length to effect on the health of the populations.

Keywords : Pollution, carbon monoxide, hydrocarbon, health.

INTRODUCTION

Les pays africains, tout comme les autres pays en développement, restent toujours confrontés aux maladies infectieuses et à la

malnutrition, affections responsables de la mortalité infantile élevée, aussi bien en milieu rural qu'urbain (Fourn et Fayomi, 2006). Au-delà de ces affections, les risques liés à l'environnement sont apparus avec acuité face à

l'augmentation de la population urbaine. En effet, la croissance démographique urbaine, souvent liée à la migration des jeunes des villages vers les villes a provoqué la nécessité de l'augmentation des moyens de déplacement, surtout en l'absence d'un système organisé de transport en commun. Au Bénin, les véhicules usagés et les taxis-motos participent à la dégradation de l'environnement, surtout à travers l'émission importante de gaz d'échappement.

Les gaz d'échappement de ces véhicules importés, sans aucun contrôle technique, sont souvent caractérisés par des fumées épaisses et noires. Plusieurs travaux antérieurs ont mis l'accent sur le danger de ces gaz dont le contrôle nécessite des décisions politiques fermes. Selon les travaux de Gebbers et *al.*, (2001), les véhicules génèrent dans l'atmosphère de nos villes principales, des gaz tels que: le monoxyde de carbone (CO), l'ozone (O₃), les particules fines ou « particulate matter » (PM), le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x) et les hydrocarbures. De même, l'utilisation des gros porteurs au gaz oil engendre la production élevée de particules comme le CO, du dioxyde d'azote, et des particules ultrafines en suspension qui sont impliquées dans le dysfonctionnement des voies aériennes (Brauer et *al.*, 1997 ; Levy et *al.*, 1998 ; Rundell, 2003). Ces gaz d'échappement envahissent plusieurs villes au Bénin, rendent difficile la respiration et exposent les habitants à des conséquences sanitaires pouvant conduire à la réduction de leur durée de vie.

Selon Messan (2007), la respiration a pour rôle essentiel d'assurer l'approvisionnement en oxygène des cellules et tissus de l'organisme, et l'élimination du dioxyde de carbone issu du travail cellulaire. C'est une fonction vitale qui met en jeu un certain nombre de processus et de structures anatomiques tels que le système respiratoire, le système circulatoire, la ventilation pulmonaire, les respirations interne, externe et tissulaire. De même Tortora et Derrickson (2007) ajoutent que cette fonction participe également à la régulation du pH des liquides organiques par l'expiration du dioxyde de carbone.

Au Bénin la Constitution du 11 décembre 1990 toujours en vigueur, érige la protection de l'environnement au rang constitutionnel. En effet, en son article 27 elle stipule que « toute personne a droit à un environnement sain, satisfaisant et durable et a le devoir de le défendre. L'Etat veille donc à la protection de l'environnement ». Mais à travers ses activités, l'homme émet de nombreux polluants dans l'air qui ont des effets non négligeables sur la santé et particulièrement en termes de mortalité et de morbidité cardiorespiratoires (Actualité et dossier en santé publique, 1995). Il pratique aussi les activités physiques sur les lieux publics pour se maintenir en bonne santé tout en ignorant la qualité de l'air.

De nombreuses études permettent aujourd'hui d'affirmer que même à des niveaux faibles, la pollution a des effets néfastes sur notre santé. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, "trois millions de personnes meurent chaque année sous l'effet de la pollution atmosphérique, soit 5 % des 55 millions de décès annuels dans le monde. Vu la marge d'incertitude des estimations, le nombre réel des décès annuels pourrait se situer entre 1,4 et 6 millions". Une projection à l'horizon 2017 estime une augmentation des consultations médicales due à la pollution de l'air qui passerait de 1966 cas en 2005 à 4852 cas en 2017 soit une augmentation de plus de 146% en l'espace de 12 ans (Godonou, 2013). De même, l'estimation de l'évaluation des émissions et de leur impact sanitaire aux horizons 2017 (10 ans) montre que la pollution par les composés organiques volatils et les poussières deviendra intolérable dans nos grandes villes si rien n'est fait d'ici là (Godonou, 2013). La confrontation des résultats épidémiologiques aux éléments d'appréciation de la causalité habituellement retenue permet raisonnablement de conclure que la pollution atmosphérique constitue bien un facteur de risque pour la santé. Etant donné que respirer de l'air pur fait du bien et met l'homme à l'abri de beaucoup de maladies, cette étude a été entreprise, afin d'évaluer la pollution atmosphérique par l'émission des gaz d'échappement des véhicules. Le travail rend compte des résultats obtenus au cours de l'étude sur des véhicules à 2 et à 4 roues. Après la

description de la méthodologie, suivront les résultats et interprétations puis la conclusion.

METHODOLOGIE

Nature et Cadre de l'étude

Il s'agit d'une étude transversale de type expérimental et descriptif. Elle vise à mettre en évidence l'effet des gaz d'échappement sur la qualité de l'air. Elle est réalisée dans la commune de Porto-Novo, capitale politique du Bénin, précisément sur la place du cinquantenaire (5^{ème} arrondissement) et dans le 4^{ème} arrondissement. L'expérimentation s'est déroulée sur une période de quatre mois (Juin à Septembre 2014). Des prélèvements et analyses de gaz d'échappement ont été effectués dans les différents arrondissements en continu de 9 heures à 13 heures (04 heures) chaque jour. Les informations recueillies sont traitées dans le laboratoire de physiologie de l'effort (LAPEF) sis à l'INJEPS.

MATERIEL ET METHODE

Echantillonnage

L'échantillon d'étude est composé des véhicules

à 4 et 2 roues motorisés. Il s'agit d'une technique aléatoire simple (tirage au sort). La méthode d'échantillonnage est exhaustive (méthode non probabiliste). Au total mille huit cent cinquante (1850) véhicules dont mille vingt-cinq (1025) à 4 roues (voitures) et huit cent vingt-cinq (825) à 2 roues (motos) sont retenus pour l'étude. Les gaz d'échappement de ces différents véhicules ont été recueillis puis analysés.

Variables étudiées

Les variables étudiées sont :

- Le monoxyde de carbone (CO). Sa norme est de 2% selon le décret fixant les normes de qualité de l'air en République du Bénin (Décret N° 110 du 4 Avril 2001 fixant les normes de qualité de l'air en République du Bénin). Une valeur supérieure à 2% est néfaste pour la santé humaine.
- Le dioxyde de carbone (CO₂) est encore appelé gaz carbonique. Sa norme est de 0,5%.
- Les hydrocarbures (HC). Selon le même décret, ils sont associés aux particules dont la norme est 230µg/m³ en moyenne sur 24 heures. Une valeur supérieure à 230µg/m³ est nocive pour la santé.

Tableau I : Normes des polluants

Type de moteur	Paramètres			
	CO (g/km)	CO (%)	CO ₂ (%)	Particules (HC,µg/m ³)
2 temps	8,0	2	0,5	230
4 temps	13,0	2	0,5	230

Source : Décret fixant les normes de qualité de l'air en République du Bénin

Protocole

L'analyseur de gaz utilisé est un système incorporé d'un logiciel et connecté à un ordinateur. Il dispose d'une sonde introduite dans le pot d'échappement du véhicule. La fumée passe alors par ce canal pour entrer dans la cellule de mesure par le biais du filtre à air. A ce niveau, la fumée est analysée et traitée et le résultat est envoyé à l'unité centrale qui à son

tour le renvoie à l'écran. Le temps de mesure est de quelques minutes.

La valeur est relevée lorsque la variation n'est plus trop sensible ou la valeur semble se stabiliser.

Le conducteur est ensuite soumis à un questionnaire d'ordre professionnel. Les questions sont essentiellement à réponses fermées.

RESULTATS

Polluants analysés

- **Polluants analysés au niveau des véhicules à 2 roues**

La figure ci-dessous présente la composition

qualitative et quantitative des différents polluants au niveau des gaz d'échappement des motos.

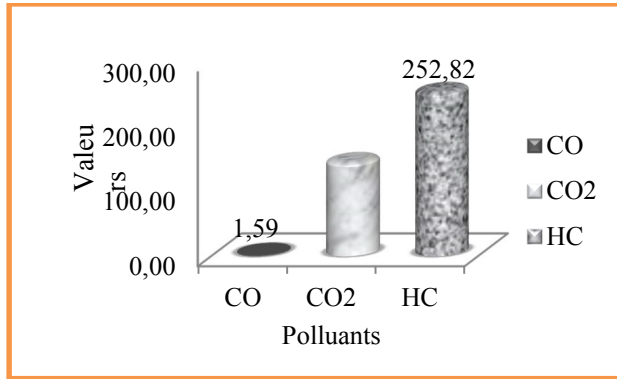


Figure 1 : Histogramme de la composition des gaz d'échappement des motos.

La figure 1 indique la composition des gaz d'échappement des motos ainsi que la concentration de chaque polluant dans l'air. Comparativement aux normes du CO, sa concentration est élevée, de même que celle du CO₂ et des HC.

- **Polluants analysés au niveau des véhicules à 4 roues (Véhicules mis en circulation avant 1994 et après 1994)**

La figure 2 illustre le niveau de pollution des véhicules à 4 roues suivant l'année de mise en circulation.

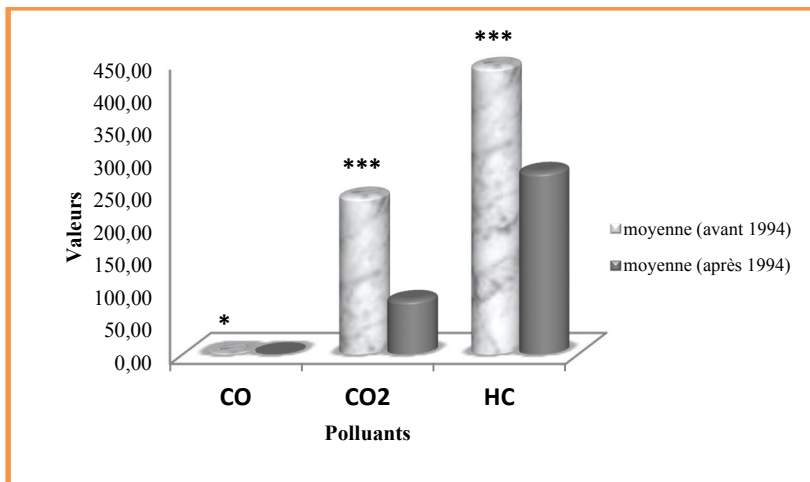


Figure 2 : Composition des gaz d'échappement des véhicules avant et après 1994.

La figure 2 montre la composition des gaz d'échappement des véhicules mis en circulation avant et après 1994. De l'observation de cette figure il ressort que la différence observée au niveau des différents polluants est significative. Cette différence est significative ($p = 0,043 < 0,05$) pour le CO au sein des véhicules mis en circulation avant et après 1994. Par rapport aux hydrocarbures (HC), il existe une différence très significative ($p = 0,01 < 0,05$) entre les véhicules mis en circulation avant et après 1994. La même observation est faite au niveau du CO₂.

La plupart des conducteurs déclarent approvisionner l'huile à moteur aux abords des voies. Presque tous les conducteurs de véhicules se ravitaillent en essence aux abords des voies (essence qualifiée de mauvaise qualité).

DISCUSSION

L'analyse des résultats par rapport au décret fixant les normes de qualité de l'air au Bénin et particulièrement en rapport au polluant monoxyde de Carbone (CO) montre que les véhicules étudiés sont pollueurs.

Le monoxyde de carbone est un gaz incolore, inodore et insipide produit par la combustion incomplète de toute matière organique, incluant les carburants fossiles, les déchets et les bois (Dieme et al., 2011). En effet, il ressort de l'analyse de ces données que les gaz d'échappement polluent l'atmosphère en monoxyde de carbone, ce qui engendre des effets néfastes sur la santé de l'homme. Ainsi, l'air qu'on inhale contient du CO éjecté par le transport routier en quantité élevée. En raison de sa densité voisine de celle de l'air, le monoxyde de carbone stagne au lieu de monter dans l'atmosphère comme les autres polluants (Fourn et Fayomi, 2006). Le CO peut entraîner des troubles respiratoires, des effets asphyxiants, des maux de tête et des troubles cardiaques (Santé et qualité de l'air extérieur, 2012) mais aussi un empoisonnement aigu (Lambert et al., 1996; Menzies et al., 1997; Robbins, 2000). A fortes doses, il est un toxique cardio-respiratoire souvent mortel. A faibles doses, il diminue la capacité d'oxygénation du cerveau, du coeur et des muscles (Drass Rhône-Alpes, 2007)

Le CO₂ est un gaz incolore, inerte et non toxique. Il est le principal gaz à effet de serre à l'état naturel, avec la vapeur d'eau. Sa durée de vie dans l'atmosphère est d'environ 100 ans. Il est produit lorsque des composés carbonés sont brûlés et en présence d'oxygène. Ses sources naturelles sont très nombreuses : éruptions volcaniques, respiration des plantes, des animaux et des hommes, incendies naturels de forêts, décomposition de la matière organique morte de plantes et d'animaux (Actu-Environnement, 2003-2015). Sous l'action de l'homme, le taux de CO₂ dans l'atmosphère augmente régulièrement et notamment de 30% au cours des deux derniers siècles. Le CO₂ dispose d'un très haut pouvoir de dissolution dans les muqueuses du corps humain et provoque chez l'homme de nombreuses réactions dès que sa concentration dans l'air inspiré augmente. Pour des concentrations voisines de 0,1%, il provoque une modification du rythme respiratoire chez les personnes fragiles ou ayant des insuffisances respiratoires, des niveaux supérieurs à 1000 ppm (0,1%), en milieu clos peuvent provoquer des crises d'asthme (Actu-Environnement, 2003-2015).

S'agissant des hydrocarbures, la valeur observée est significativement élevée comparativement à la normale. Ce sont des composés organiques dont la molécule comporte au moins deux noyaux benzéniques. On y trouve des composés tels que le benzo(a)pyrène qui est cancérigène. Certains hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) peuvent aussi affecter le système immunitaire. Dans l'air ils proviennent principalement des combustions du secteur domestique et pour une faible part de la circulation automobile (Elichegaray et al., 2009). Les HAP sont la plupart du temps absorbés sur des particules carbonées. Ils sont également détectés en phase gazeuse, en particulier dans les gaz d'échappement des moteurs à essence ; il s'agit dans ce cas des HAP de masse moléculaire la plus faible, qu'on appelle HAP légers (Seraghni, 2007). Les HAP constituent une autre catégorie de composés organiques et qui sont connus pour leurs propriétés cancérigènes (Li et al., 2000). Les plus grosses molécules sont retenues par les

voies aériennes supérieures. Les plus dangereuses sont les plus fines, car elles peuvent pénétrer profondément dans les poumons et transporter des composés toxiques. Elles augmentent le risque d'infections respiratoires aiguës chez l'enfant et renforcent des sensibilités allergiques ou des pathologies préexistantes. Une grande partie de cette pollution vient des transports routiers. Les émissions des moteurs diesels sont particulièrement riches en particules de petites tailles. De plus, certaines particules en suspension contiennent des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) aux propriétés mutagènes et cancérogènes (Drass Rhône-Alpes, 2007)

CONCLUSION

En définitive, nous avons constaté que l'environnement dans lequel nous vivons est pollué en monoxyde de carbone et surtout en hydrocarbure. De plus les résultats de l'analyse du gaz d'échappement nous amènent à dire que

l'utilisation des véhicules doit tenir compte de leur date de mise en circulation. Plus elle est récente moins le véhicule est pollueur. Par conséquent les gaz d'échappement des véhicules constituent une source importante de la pollution de l'air. Ces gaz d'échappement sont plus dangereux lorsqu'ils proviennent des véhicules à 2 temps, lesquels sont plus utilisés avant 1994, ce qui valide la promotion des motos à 4 temps par le gouvernement. De plus l'huile à moteur, le temps de vidange, de même que la qualité de l'essence constituent également les sources de la pollution de l'air au Bénin. A cela s'ajoute l'entretien des engins auquel il faut vraiment y veiller afin de préserver la vie de son véhicule et surtout celle de l'homme.

En effet, en ce qui concerne l'évaluation de la pollution atmosphérique par l'émission des gaz d'échappement, beaucoup d'effort reste à fournir bien que l'air pollué affecte les organes respiratoires et rend malade surtout les enfants, les personnes âgées, les femmes enceintes, les personnes naturellement sensibles.

REFERENCES

1. *Actualité et dossier en santé publique, Haut conseil de la santé publique. Décembre 1995, n°13 page IV.*
2. *Actu-Environnement, COGITERRA-CNIL, 2003-2015, N°845317-ISSN N°2107-6677.*
3. *Décret fixant les normes de qualité de l'air en République du Bénin, du 04 avril 2001, n°2001-110.*
4. DIEME D., CABRAL M., VERDIN A., FALL M., BILLET S., CAZIER F. et al., 2011. Caractérisation physico-chimique et effets cytotoxiques de particules atmosphériques PM_{2,5} de la ville de Dakar (Sénégal). *Ann Toxicol Anal*, 23(4), pp. 157-67.
5. DIEME D. 2011. Caractérisation physicochimique et étude des Effets toxiques sur des cellules pulmonaires Beas-2b des polluants particuliers de la ville de Dakar (Sénégal). *Thèse, Toxicologie. Côte D'Opale, p 181.*
6. DRASS Rhône-Alpes. 2007. « *La qualité de l'air en Rhône-Alpes* », DVD.
7. ELICHEGARAY C., BOUALLALA S., MAITRE A., BA M., 2009. État et évolution de la pollution atmosphérique. *Rev Mal Resp*, 26(2), pp 191-206.
8. FOURN L. et FAYOMI E.B., 2006. Pollution atmosphérique en milieu urbain à Cotonou et à Lokossa, Bénin. *Bull Soc Pathol Exot*, 99(4), pp 264-8.
9. GEBBERS J.O., 2001. Schlapferb A. Pneumopathies environnementales. *Forum Med Suisse*, 46, pp. 1147-1153.
10. GERIN A., 2003. *Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans 26 villes européennes.*

11. GODONOU JB., 2013. Effets de la pollution atmosphérique sur quelques paramètres ventilatoires. *Mémoire de Maîtrise STAPS*, pp 2-32.
12. LAMBERT W.E. et SAMET J.M., 1996. Indoor air pollution. In Harber P. et al (eds): *occupational And environmental respiratory disease. St Louis, Mosby-year Book*, p 784.
13. LEVY JI, LEE K, YANAGISAWA Y. *et al.*, 1998. "Determinants of Nitrogen Dioxide Concentrations in Indoor Ice Skating Rinks" *American Journal of Public Health*, Vol. 88, No. 12, pp. 1781-1786.
14. LIN., VENKATESAN M.I., MIGUEL A. et al., 2000. Induction of heme oxygenase-1 expression in macrophages by diesel exhaust particle chemicals and quinones via the antioxidant-responsive element. *J. Immunol*, 165, pp. 3393-3401.
15. *Loi n° 98-030 du 12 Février 1999 portant loi-cadre sur l'environnement en République du Bénin.*
16. MESSAN F., 2007. Etude du bronchospasme induit par l'exercice chez des cyclistes professionnels en climat continental et chez les basketteurs amateurs en climat équatorial. *Thèse STAPS : Rennes 2 ; 259p*
17. MENZLES D. et BOURBEAU J., 1997. Building-related illnesses. *N. Engl. J. Med.*, 337, p 1524.
18. ROBBINS, 2000. *Anatomie pathologique, 3^e édition française, éditions Piccin*,
19. RUNDELL KW., 2003. "High Levels of Airborne Ultrafine and Fine Particulate Matter in Indoor Ice Arenas," *Inhalation Toxicology*, Vol. 15, No. 3, pp. 237-250.
20. *Santé et qualité de l'air extérieur, CGDD, collection références (2012).*
21. SERAGHNI N. 2007. Mesure de la pollution particulaire et métallique dans l'air au niveau de trois sites urbains de la ville de Constantine. Chimie Analytique, Physique et Environnement. *Université Mentouri Constantine faculté des sciences exactes département de chimie*, p 1-140.
22. TORTORA G.J. et DERRICKSON B., 2007. *Principes d'anatomie et de physiologie. 4^e édition. De Boeck.*